

RSP

RELAZIONI
SPECIALISTICHE
PROGETTO

REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI RIVARA

PROGETTO ESECUTIVO

CASERMA CARABINIERI - RIVARA

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA CASERMA CARABINIERI

VIA POLA FALLETTI DI VILLAFALLETTO - RIVARA

PROPRIETA':
COMUNE DI RIVARA
Via Oglioni. 9 - 10080 Rivara (TO)

PROGETTISTA:
ORIA ing. Paolo Giuseppe
Via Torino, 17 - 10082 Cuorgnè (TO)

DATA:
10 agosto 2023;



Ing. Paolo Giuseppe ORIA

via Torino 17 Cuorgnè
Tel: 0124 629055 email: info@ingter.it

RELAZIONE SISMICA

RELAZIONE SISMICA

IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Gli interventi riguardano il fabbricato di proprietà Comunale sede della stazione dei Carabinieri sita in via Pola Falletti di di Viilafaletto n. 23.



Gli interventi previsti in progetto sono di tipo puntuale e sono da considerarsi quali interventi locali e non sono tra loro interconnessi, dal punto di vista della rilevanza ai fini sismici abbiamo:

- copertura in legno sio prevede la rimozione ed il rifacimento della attuale copertura con nuova struttura in legno lamellare e manto si tegole a coppo la scelta di non utilizzare coppi è legata alla necessità di non incrementare i carichi in copertura essendo l'attuale realizzata con manto in tegole laterizie piane;
- muro controterra per la realizzazione di cavedio stante la limitata altezza non rientrerebbe quale intervento rilevante ai fini sismici;
- cerchiatura in acciaio per miglioramento igienico al piano terra di limitate dimensioni per la creazione del nuovo accesso .

Si tratta comunque di interventi di tipo locale e come tali progettati.

Trattandosi di edificio sede di stazione dei Carabinieri si assume come vita nominale (v. par. 2.4.1 delle NTC) il valore $VN = 50$ anni e come classe d'uso (v. par. 2.4.2 delle NTC) la classe IV,

Le strutture sono progettate classe non dissipativa.

Le azioni agenti sulle strutture considerate ai fini progettuali sono:

- peso proprio della struttura e degli impalcati
- carichi permanenti sugli impalcati - carichi variabili sugli impalcati
- carico della neve sulla copertura
- azione sismica I carichi variabili sugli impalcati vengono determinati secondo le indicazioni del §3.1.4 del DM 17-01-18.

Le combinazioni di carico utilizzate sono elencate di seguito:

Combinazione fondamentale SLU $\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$

Combinazione caratteristica (rara) SLE $G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$

Combinazione frequente SLE $G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$

Combinazione quasi permanente SLE $G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica $E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$ Dove:

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria C - ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00

		Coefficiente ψf	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	$\psi G1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,0	1,3	1,3
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	$\psi G2$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	ψQi	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,5

Per la definizione delle azioni sismiche agenti sulla struttura si ricorre ai parametri di seguito riportati.

Dati sito

- Coordinate geografiche: long. 7.623000°, lat. 45.337000°
- Comune: Rivara - (TO)
- Zona: 3
- Tipo di suolo: C
- Condizioni topografiche: T1
- Altezza versante $H = 30.00$ m
- Quota edificio sul versante $z = 10.00$ m
- Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.00$
- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente $C_U = 2.0$
- Coefficiente smorzamento viscoso $\xi = 5.00\%$
- Fattore alterazione spettro $\eta = 1.00$

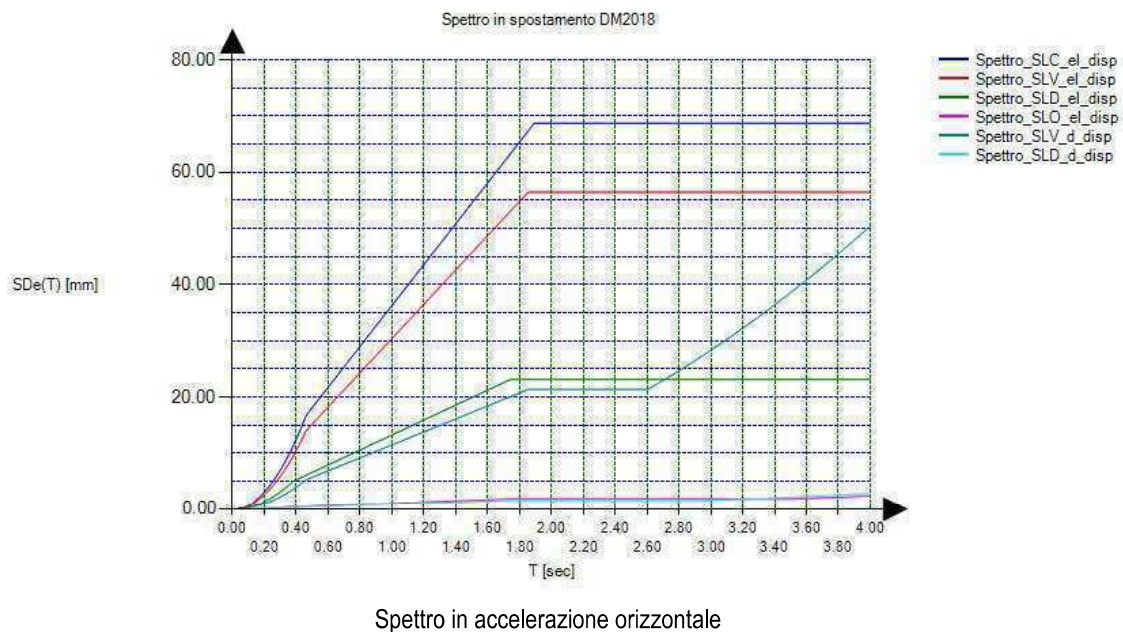
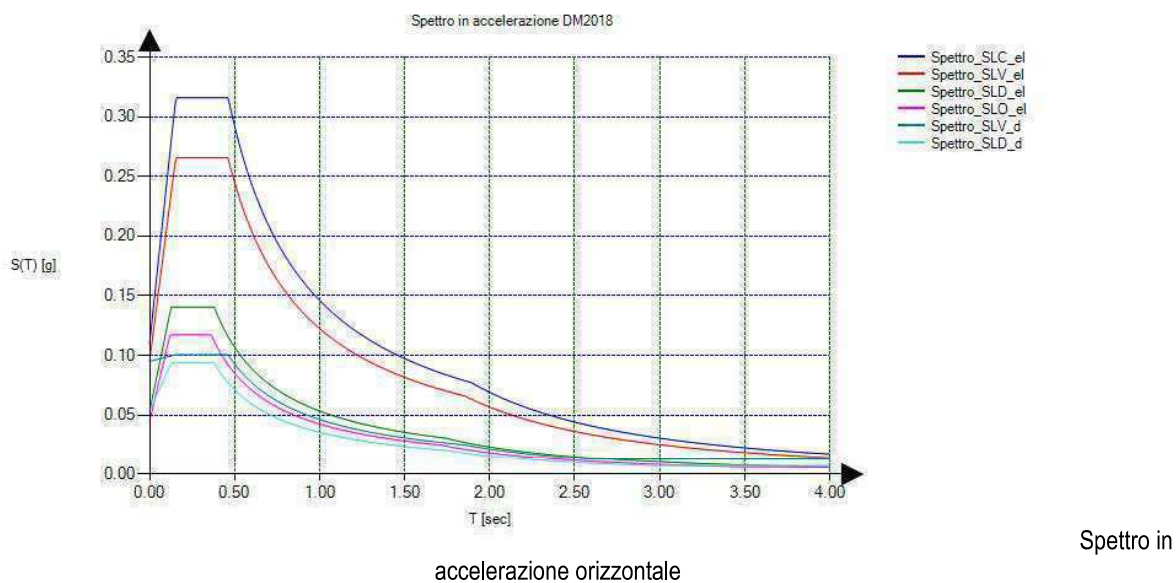
Punti del reticolo contornanti il sito

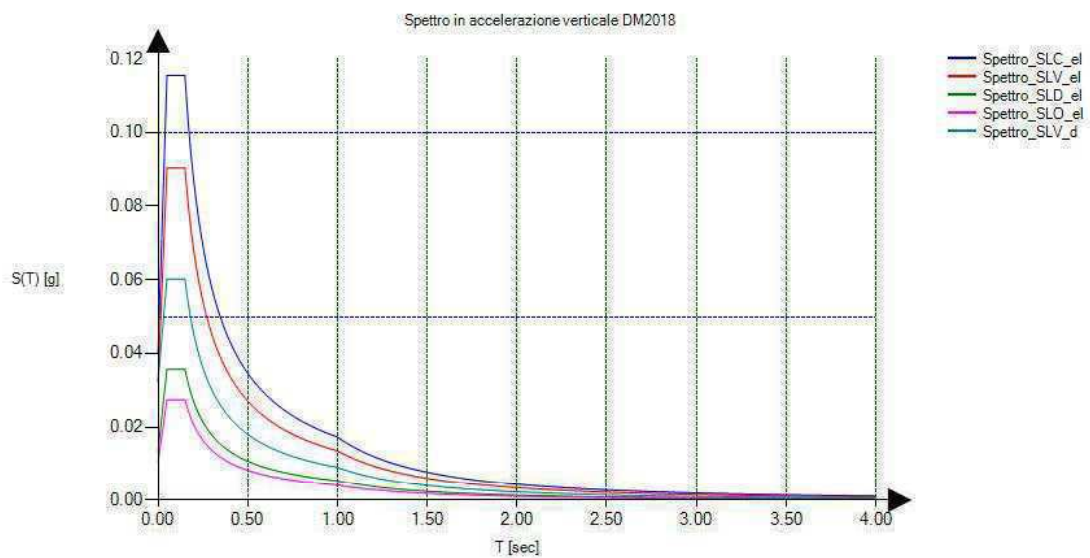
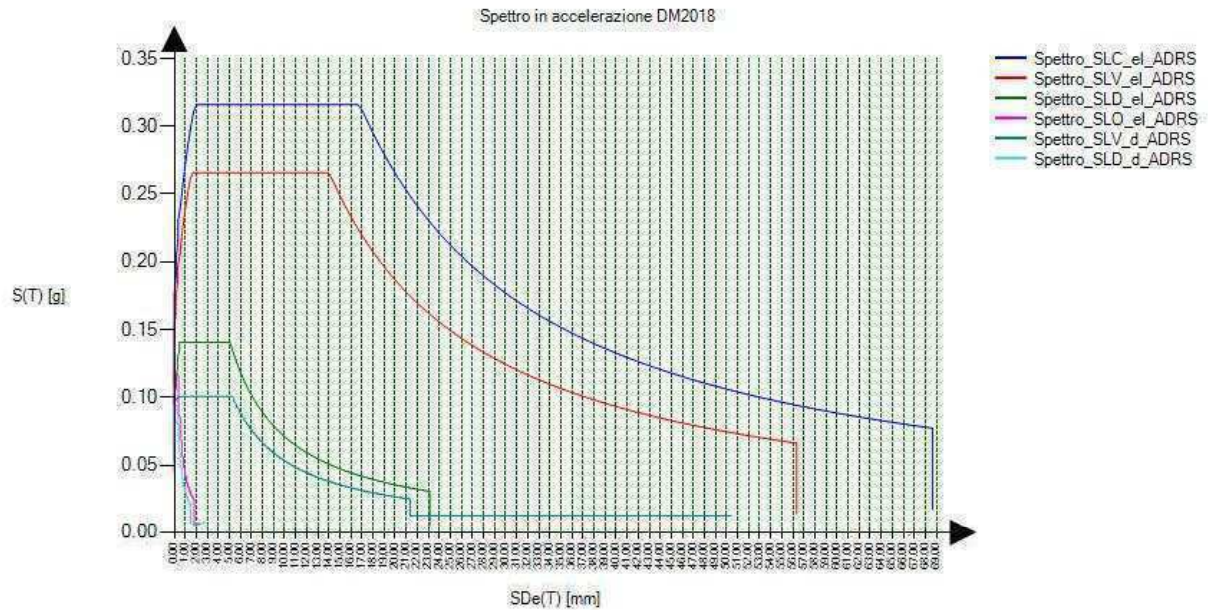
Punto	Longitudine [°]	Latitudine [°]	Distanza [km]
12,460	7.5892	45.3410	2.6790
12,461	7.6601	45.3440	3.0023
12,683	7.6650	45.2940	5.8006
12,682	7.5941	45.2910	5.5919

Parametri spettrali

S.L.	T _R anni	a _g /g	F _o	T* _c	F _v	S _s	S	C _c	T _{B,o} sec	T _{C,o} sec	T _{D,o} sec	T _{B,v} sec	T _{C,v} sec	T _{D,v} sec	d _g m	v _g m/s
S.L.C.	1,950	0.0718	2.8746	0.2944	1.0504	1.5000	1.5000	1.5720	0.1542	0.4627	1.8931	0.0500	0.1500	1.0000	0.024	0.080
S.L.V.	949	0.0622	2.7920	0.2931	0.9493	1.5000	1.5000	1.5742	0.1538	0.4614	1.8537	0.0500	0.1500	1.0000	0.020	0.069
S.L.D.	101	0.0347	2.6479	0.2199	0.6725	1.5000	1.5000	1.7309	0.1269	0.3806	1.7416	0.0500	0.1500	1.0000	0.009	0.032
S.L.O.	60	0.0294	2.6101	0.2050	0.6100	1.5000	1.5000	1.7713	0.1211	0.3632	1.7199	0.0500	0.1500	1.0000	0.007	0.026

Il collegamento fra le fondazioni deve essere in grado di assorbire un'azione assiale pari a $\pm 0.04N_{sd}$ kN





Per quanto riguarda l'azione del vento, in questa prima fase non viene preso in conto in quanto l'azione non è contemporanea a quella sismica.

AZIONE DELLA NEVE PAR. 3.4 NTC18

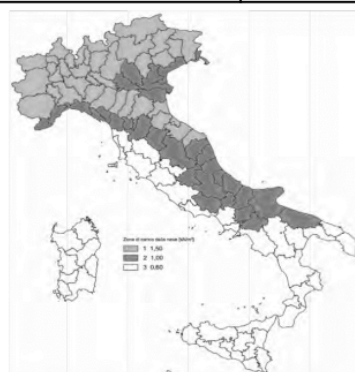
1.DEFINIZIONE DEI DATI

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota $a_s \leq 1500$ m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini $a_s \geq 1500$ m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

1.1 a_s (altitudine sul livello del mare): 392 [m]

1.2 zona: Zona I - Alpina

<u>Zona I - Alpina</u> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<u>Zona I - Mediterranea</u> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<u>Zona II</u> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Grosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<u>Zona III</u> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$



Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si fa riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.
Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione si riduce come di seguito specificato:
- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà $TR \geq 5$ anni;
- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi e un anno, si assumerà $TR \geq 10$ anni.

2 CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

q_{sk} valore caratteristico della neve al suolo **1,79** [kN/m²]

3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI

3.1 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Normalmente si adotta **C_e=1**. Si riportano in tabella i coefficienti consigliati per le diverse classi di topografia.

Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1

3.1.1 Classe di topografia:

Battuta dai venti

Il coefficiente di esposizione vale:

C_E 0,90

3.2 Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato **C_t = 1**.

Il coefficiente topografico vale:

C_t 1,00

3.2 Coefficiente di forma

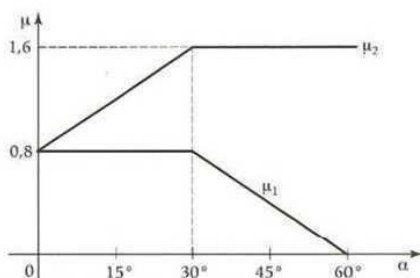
3.2.1 Inclinazione della falda α (1)

24 [deg]

3.2.2 Inclinazione della falda α (2)

24 [deg]

3.2.3 Legge di variazione del coefficiente di forma:



μ1 (α ₁)	0,80
μ1 (α ₂)	0,80
μ2 (α)	1,44

	0° ≤ α ≤ 30°	30° < α < 60°	α ≥ 60
μ1 (α)	0,80	0,8(60-α)/30	0,00
μ2 (α)	0,8+0,8 α/30	1,60	0,00

4 CARICO NEVE SULLA COPERTURA E COMBINAZIONI DI CARICO

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/m}^2\text{])} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m²])

C_E (coefficiente di esposizione)

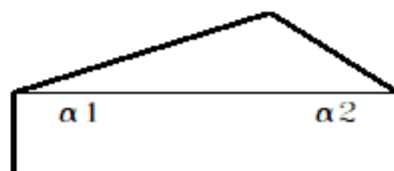
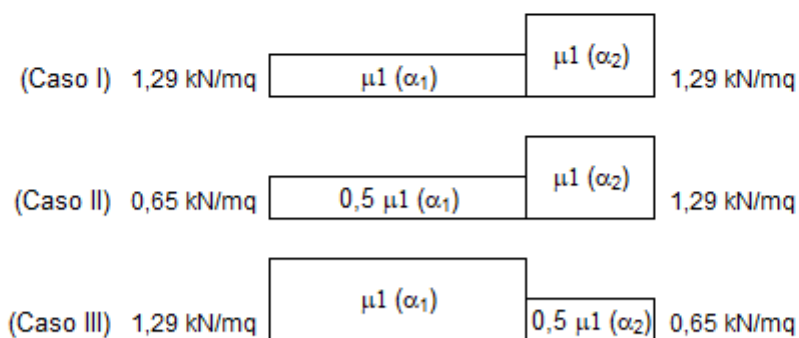
C_t (coefficiente termico)

4.1 Combinazione per il caso di copertura a più falde

Per il calcolo si considera solo la più gravosa delle tre condizioni di carico, di seguito calcolate.

α_1 (inclinazione falda)	24 [deg]
α_2 (inclinazione falda)	24 [deg]

$\mu_1 (\alpha_1)$	0,80
$\mu_1 (\alpha_2)$	0,80



Norme di riferimento

Il metodo di analisi proposto è basato sulle indicazioni tecniche e normative vigenti, in particolare al Cap. 8 NTC 2018, che definisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti. In particolare, i riferimenti inseriti nel testo fanno capo ai seguenti documenti:

NTC 2018: Decreto Ministeriale n. 17 gennaio 2018: Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Suppl. Ordinario n. 8.

DD.MM: 58-65 2017: Decreto Ministeriale n.58, 28 febbraio 2017: Approvazione delle linee guida per la classificazione di rischio sismico delle costruzioni nonché delle modalità per l'attestazione dell'efficacia degli interventi effettuati. Decreto Ministeriale n.65, 7 marzo 2017: Modifiche all'articolo 3 del Decreto Ministeriale numero 58 del 28/02/2017.

CSLP 7: Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.7 del 21 gennaio 2019: "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018». Pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 35 dell'11 febbraio 2019 - Suppl. Ordinario n. 5.

CSLP PnD: Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici febbraio 2008: Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

OPCM 3274: Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone. Pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 72 dell'8 maggio 2003.

OPCM 3362: Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3362 del 8 luglio 2004: Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del C.M., istituito ai sensi dell'art. 32-bis del

D.L. 30 settembre 2003, n. 269. Pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 165 del 16 luglio 2004.

OPCM 3519: Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 108 dell'11 maggio 2006.

Più in generale, la stessa NTC 2018 prevede che, per quanto non diversamente specificato nel capitolo 8, si faccia riferimento alle disposizioni di carattere generale contenute negli altri capitoli della norma e queste costituiscono pertanto il riferimento anche per le costruzioni esistenti. Si intendono inoltre coerenti con i principi alla base della stessa norma, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'UE;
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii.;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

MATERIALI IMPIEGATI

Si fornisce un quadro sintetico delle caratteristiche e qualità dei materiali esistenti e da impiegare per la realizzazione delle strutture previste dall'intervento in oggetto.

MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	N	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		

Cl_s C28/35_B450C - (C28/35)

001	25,000	0.000010	32,588	13,578	60	P	35.00	-	0.85	1.50	16.46	1.32	3.40	15	002
-----	--------	----------	--------	--------	----	---	-------	---	------	------	-------	------	------	----	-----

LEGENDA:

N _{id}	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ _k	Peso specifico.
α _{T, i}	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
C _{Erid}	Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E _{sisma} = E · C _{Erid}].
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
R _{ck}	Resistenza caratteristica cubica.
R _{cm}	Resistenza media cubica.
%R _{ck}	Percentuale di riduzione della R _{ck}
γ _c	Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
f _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione.
f _{ctd}	Resistenza di calcolo a trazione.
f _{cfm}	Resistenza media a trazione per flessione.
n Ac	Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} / f _{yk,2}	f _{tk,1} / f _{tk,2}	f _{yd,1} / f _{yd,2}	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	γ _{M7}	NCnt	Cnt
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]								
Acciaio B450C - (B450C)																	
002	78,500	0.000010	210,000	80,769	P	450.00	-	391.30	-	1.15	-	-	-	-	-	-	-
						-		-									
S235 - (S235)																	
003	78,500	0.000012	210,000	80,769	P	235.00	360	223.81	-	1.05	1.05	1.25	-	-	-	-	-
						215.00	360	204.76									
8.8 - Acciaio per Bulloni - (8.8)																	
005	78,500	0.000012	210,000	80,769	-	640.00	800.00	512.00	640.00	1.25	-	-	1.25	1.10	1.10	1.00	1.00
						-		-									
8.8 - Acciaio per Bulloni - (8.8)																	
005	78,500	0.000012	210,000	80,769	-	640.00	800.00	512.00	640.00	1.25	-	-	1.25	1.10	1.10	1.00	1.00
						-		-									
8.8 - Acciaio per Viti - (8.8)																	
007	78,500	0.000012	210,000	80,769	-	640.00	800.00	-	-	1.25	-	-	-	-	-	-	-

Caratteristiche acciaio

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} / f _{yk,2}	f _{tk,1} / f _{tk,2}	f _{yd,1} / f _{yd,2}	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	γ _{M7}	
															NCnt	Cnt
	[N/mm ²]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]							
						-		-								
8.8 - Acciaio per Chiodi - (8.8)																
008	78,500	0.000012	210,000	80,769	-	640.00	800.00	-	-	1.25	-	-	-	-	-	-
						-		-								

LEGENDA:

- N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
- γ_k Peso specifico.
- α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.
- E Modulo elastico normale.
- G Modulo elastico tangenziale.
- Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
- f_{tk,1} Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).
- f_{tk,2} Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- f_{td} Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
- γ_s Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
- γ_{M1} Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
- γ_{M2} Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.
- γ_{M3,SLV} Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).
- γ_{M3,SLE} Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).
- γ_{M7} Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.
- f_{yk,1} Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).
- f_{yk,2} Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- f_{yd,1} Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).
- f_{yd,2} Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

INFORMAZIONI DEI CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI

Nome del Software **EdiLus**

Versione BIM(d)

Caratteristiche del Software Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows

Numero di serie 11102755

Intestatario Licenza ORIA ing. PAOLO GIUSEPPE

Produzione e Distribuzione **ACCA software S.p.A.**
Contrada Rosole 13
83043 BAGNOLI IRPINO (AV) - Italy
Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235
e-mail: info@acca.it - Internet: www.acca.it

Nome del Software **GEOSTRU MDC**

Versione BIM(d)

Caratteristiche del Software Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows

Numero di serie 11102755

Intestatario Licenza ORIA ing. PAOLO GIUSEPPE

Produzione e Distribuzione **ENGSOFT s.r.l.**
21/25 Sarmisegetuza
str. Cluj-Napoca,
Romania
e-mail: info@geostru.eu - Internet: www.geostru.eu

Nome del Software **Axis VM X6 R2h**

Versione X6 R2h

Caratteristiche del Software Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows

Numero di serie 11102755

Intestatario Licenza ORIA ing. PAOLO GIUSEPPE

Produzione e Distribuzione **Inter-CAD Kft**
H-1075 Budapest ,
Károly krt. 9.,
Hungary
e-mail: inform@axisvm.com - Internet: www.axisvm.com

RELAZIONE GEOLOGICA

COMUNE DI RIVARA

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

REGIONE PIEMONTE

Lavori di messa in sicurezza della Caserma dei Carabinieri -
C.U.P. n. J89B22000480005 - C.I.G. n. ZC639FDFA5

COMMITTENTE

COMUNE DI RIVARA
Corso Ogliani, 9
10080 Rivara (TO)

TIMBRO E FIRMA:

OGGETTO:

CARATTERIZZAZIONE E MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA E
GEOTECNICA DEL SITO AI SENSI NTC 2018

ELABORATO:

SCALA:

PRATICA:

REVISIONE	DATA	OGGETTO	SIGLA	VISTO
0	Marzo 2023			

dr. geol. Maurizio Canepa



Studio di Geologia dr. Maurizio Canepa Cod. Fisc. CNP MRZ 61H11 L219 I - Part. IVA 06964550013
Via Montenero n.26 - 1086 RIVAROLO C.SE (TO) - tel 0124 424728 Fax. 0124 25909 - Email: maurizio.canepa@gmail.com

QUESTO ELABORATO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO, NE' UTILIZZATO ALTROVE, NE' CEDUTO A TERZI IN TUTTO O IN PARTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELL'AUTORE

Sommario

1	Premessa.....	2
2	Inquadramento geologico generale	3
3	Analisi propensione al dissesto del sito.....	11
4	Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.....	12
5	Caratterizzazione sismica	13
6	Considerazioni di sintesi e conclusive	20

1 Premessa

Con Comunicazione prot. n° 833 del 22/02/2023 è stato affidato, dal responsabile del Servizio Tecnico del Comune di Rivara, l'incarico per la redazione della relazione geologica propedeutica alla redazione della progettazione definitiva dei lavori di messa in sicurezza della caserma dei Carabinieri (*CUP: n. J89B22000480005 – CIG incarico ZC639FDFA5*).

Per quanto concerne gli aspetti di tipo geologico – geotecnici, la presente relazione viene redatta ai sensi dei:

- **D.M. LL. PP. 11/03/1988 n. 47** recante “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*” e relative Istruzioni applicative con *Circ. LL.PP. 24/09/1988 n. 30483*;
- **D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” e succ. Circ. Espl.**;
- **Piano Regolatore Generale Comunale – Progetto adottato con Delibera del Consiglio dell'Unione Montana Alto Canavese n. 6 in data 27/03/2019**;
- **O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e succ. modifiche del 2005**, contenente “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica*”;
- **O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006** riferita all'adozione della mappa di pericolosità a livello nazionale predisposta dall'INGV e aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte di cui alla **D.G.R. del 30 dicembre 2019, n.6-887**.

In questa relazione si prendono quindi in considerazione gli aspetti geotecnici e di compatibilità geomorfologica relativamente al progetto localizzato in via Pola Falletti di Villafalletto per la messa in sicurezza della caserma dei Carabinieri.

Per l'espletamento dell'incarico sono state eseguite le seguenti indagini/prove geotecniche in sito e in laboratorio:

1. esecuzione di profilo sismico MASW;
2. esame ed elaborazioni di dati disponibili allo scrivente per rilievi eseguiti nel corso dell'espletamento dell'incarico (conclusosi nel 2019) per la variante al PRGC del Comune di Rivara, oltre a dati geognostici relativi ad altre indagini eseguite dallo scrivente nell'ambito del territorio comunale;
3. rilievo di superficie e utilizzo di dati resi disponibili dall'Ufficio Tecnico del comune di Rivara.

L'intervento in progetto contempla il rifacimento della copertura e la realizzazione di un cavedio, posteriormente all'edificio, per favorire l'illuminazione a l'arieggiamento. Dal punto di vista dell'interazione con la componente geologica, l'intervento significativo è la realizzazione del cavedio posteriore all'edificio, per realizzare il quale occorrerà eseguire uno scavo di sbancamento profondo circa 3 m, su una lunghezza di ca. 11.50 m.

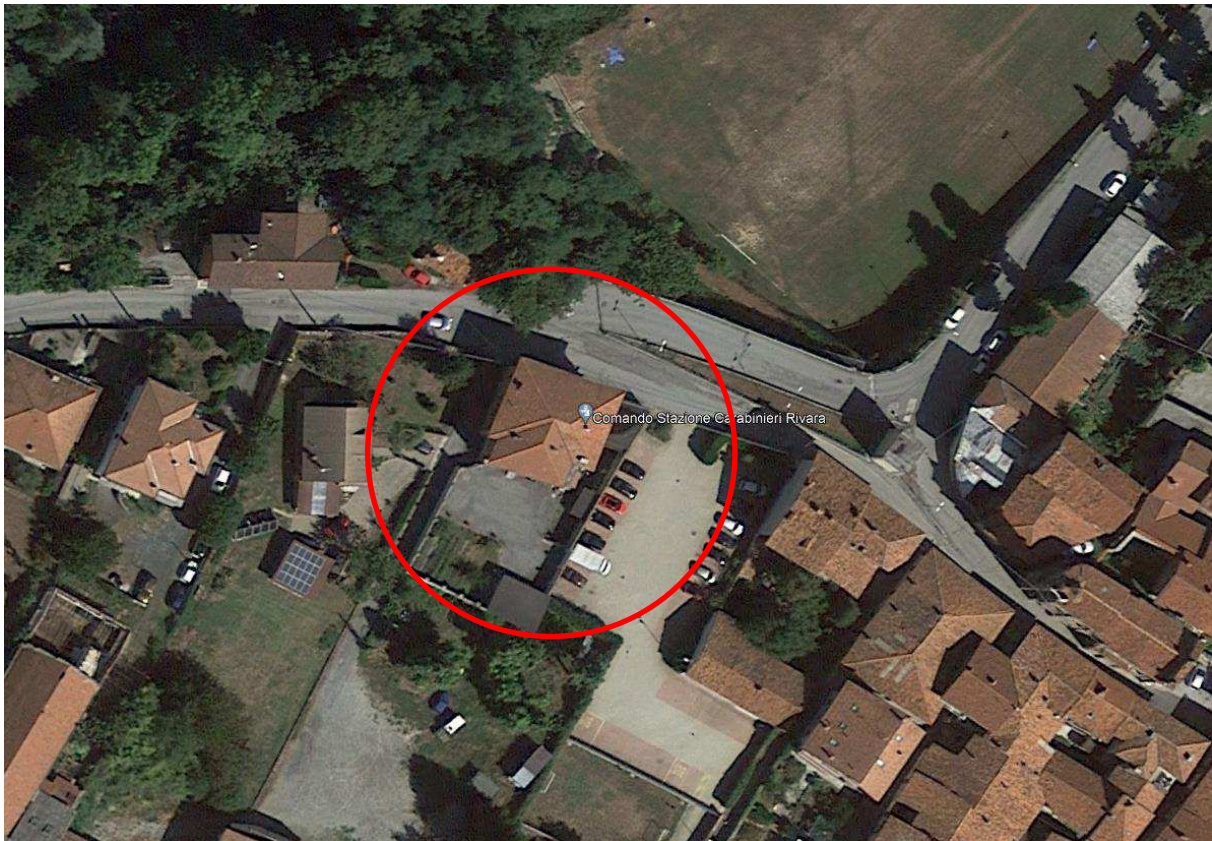


Figura 1: ubicazione del sito di intervento

2 Inquadramento geologico generale

Nelle pagine seguenti si prendono in considerazione gli aspetti geologici di inquadramento generale, geomorfologici, idrogeologici e litostratigrafici locali in una fase propedeutica alla successiva caratterizzazione geotecnica.

1.1. Inquadramento geologico

Per quanto riguarda i dati di inquadramento geologico si fa riferimento al F. 42 IVREA della Carta Geologica d'Italia in scala 1 : 100.000 (Fig. 2).

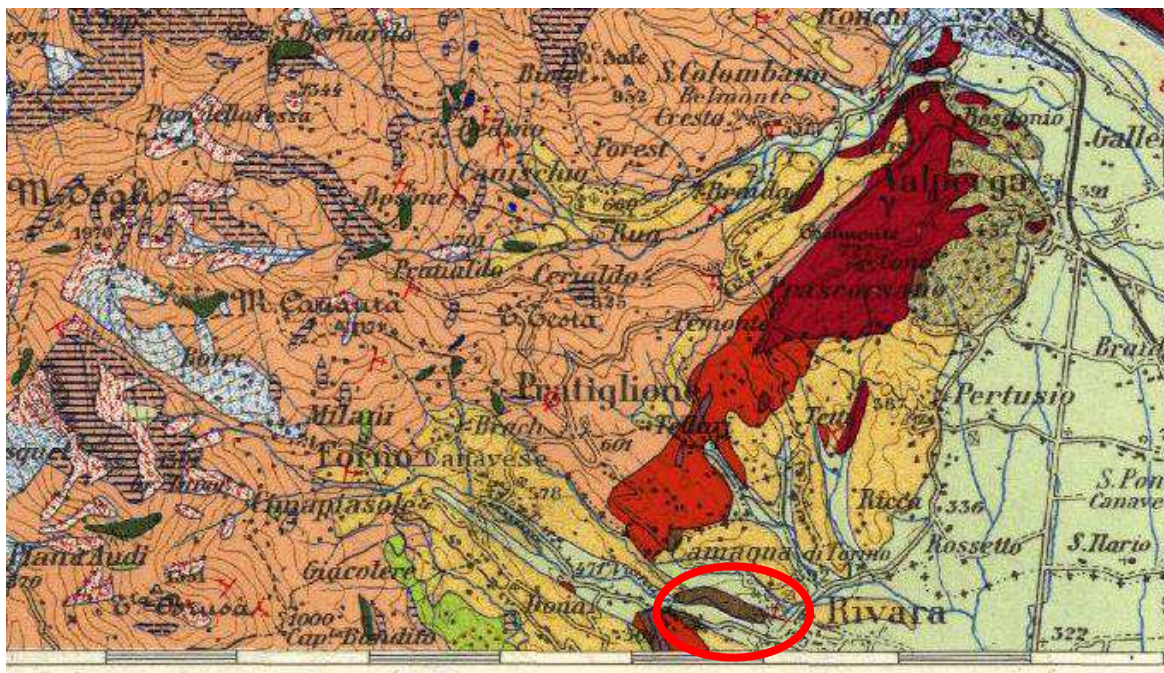


Figura 2: stralcio non in scala della Carta Geologica d'Italia (F. 42 – IVREA); il sito oggetto di studio è indicato dall'ovale in colore rosso.

La zona si colloca al bordo settentrionale del concentrico storico di Rivara; i terreni affioranti nell'area in esame sono costituiti da depositi di origine fluviale - fluvio-glaciale derivanti dall'erosione e dal rimaneggiamento del substrato prequaternario. Nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1 : 100.000 (F. 42 – Ivrea) i depositi in questione sono descritti come: *"diluvium antico (prewürmiano) ferrettizzato, talora con facies glaciale, con banchi sabbioso – caolinici (Castellamonte) passante al Pliocene verso la base"*. Nel contiguo F. 56 (Torino) tali depositi vengono classificati: *"depositi fluvio – glaciali dell'alto terrazzo ondulato, a paleosuolo rosso – bruno completamente decalcificato (tipico ferretto) per uno spessore di oltre 5 m, con scarsi ciottoli silicatici alterati e silicei,..."*.

In merito ai litotipi affioranti nelle immediate vicinanze del settore in esame, così come riportato in legenda della Carta Geologica d'Italia alla scala 1 : 100.000 (F. 42 – Ivrea), si segnalano:

- * **a²**: alluvioni recenti; laghi colmati (**diluviale recente ed alluviale, Quaternario**);
- * **t**: calcari dolomitici (Rivara, Lessolo, Vidracco, Montalto Dora, Donato) (**serie del canavese, permo-trias(?)**);
- * **tp**: arenarie rosse e nere (Rivara, Vidracco), con anageniti e puddinghe (Lago Nero) (**serie del canavese, permo-trias(?)**).

Dal punto di vista geologico-strutturale, l'area in esame è riconducibile al dominio della Zona del Canavese; quest'ultima risulta separata dalla Zona Sesia-Lanzo da un'importante discontinuità a scala regionale conosciuta come Linea del Canavese, ad andamento NNE-SSW e con giacitura all'incirca verticale. La stessa Linea del Canavese rappresenta il ramo occidentale della Linea Insubrica o Lineamento Periadriatico.

1.2. Inquadramento geomorfologico

Sotto il profilo geomorfologico, in linea generale, il territorio comunale di Rivara può essere suddiviso in due principali settori, uno collinare ed uno di pianura. Al loro interno possono, tuttavia, essere effettuate ulteriori suddivisioni geomorfologiche. Di seguito si descrivono le unità geomorfologiche riconosciute.

- Settori di versante modellati in roccia: si tratta dell'area nordoccidentale del territorio comunale. In essa sono compresi i settori a maggiore acclività fra quelli presenti sul territorio comunale, con pendenze medie comprese fra i 24° e i 20° circa.
- Settori di versante modellati in terreni incoerenti o pseudocoerenti: si tratta delle aree corrispondenti alle scarpate di terrazzo e la cui morfologia è legata, a grande scala, all'erosione fluviale del reticolato idrografico afferente al torrente Viana e, nel dettaglio, alle acque ruscellanti e a fenomeni gravitativi. L'acclività media è variabile da un massimo di circa 38° ad un minimo di circa 13°.
- Superfici di terrazzo sospese da circa 110 m a circa 60 m rispetto agli alvei attuali: Sono conservate in lembi di estensione variabile da meno di un ettaro a circa 30 ettari nel caso del lembo maggiore, ubicato fra le località Borgata Prime Foglie e Marietta. In pianta presentano generalmente forme allungate con direzioni all'incirca NW-SE e con margini frastagliati in corrispondenza dello sbocco verso l'alto delle vallecole di erosione che insistono sui settori di scarpata descritti al punto precedente. La pendenza della superficie topografica è sempre modesta con un valore medio di circa 2° verso SE. Geologicamente questi settori corrispondono agli area di affioramento dei depositi fluvioglaciali mindelliani.
- Superfici di terrazzo sospese da circa 10 m a circa 5 m rispetto agli alvei attuali: si tratta di un esteso lembo, in parte smembrato nel settore nordoccidentale dalle incisioni del Torrente Viana e del Rio di Camagna, su cui si sviluppa la maggior parte dell'abitato di Rivara. In pianta presenta una forma lobata con direzione di allungamento all'incirca NW-SE, configurandosi come una conoide fossile geneticamente legata al torrente Viana. Quest'ultimo, infatti, defluisce attualmente oltre il margine sinistro di questa unità mentre nel settore di monte, dove interferisce ancora con essa, scorre all'interno di una profonda incisione. La pendenza della superficie topografica è sempre modesta, con un valore medio di circa 2° verso SE. Nella stessa direzione la superficie topografica si raccorda gradualmente con l'unità successiva. Nel dettaglio si osservano, tuttavia, numerose regolarizzazioni di chiara origine antropica per ottenere una serie di piani suborizzontali. Geologicamente questi settori corrispondono agli areali di affioramento dei depositi fluvioglaciali rissiani.

Nello specifico, l'area interessata dall'intervento, si trova su terreni sub pianeggianti, in prossimità del bordo di incisione che la separa dal T. Viana, ad una quota di circa 379 m s.l.m. (Fig. 3).

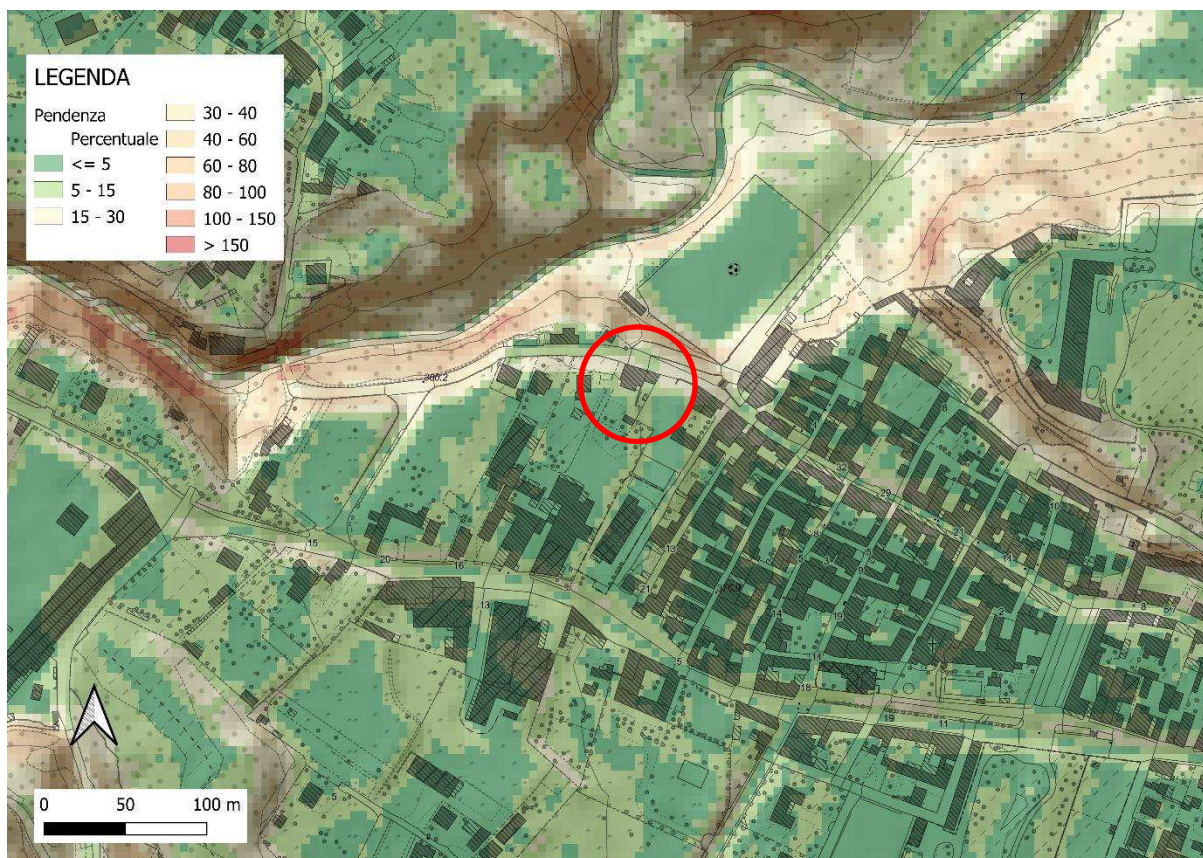


Figura 3: Carta delle pendenze dell'area interessata dall'intervento.

1.3. Assetto idrogeologico

Si fa riferimento ai dati misurati in pozzi di privati nell'ambito del lavoro svolto per la variante al PRGC.

Come si può vedere dalla Figura 4, il livello piezometrico è stato misurato ad una profondità di ca. 2.5 – 3.0 m da piano campagna e la quota piezometrica approssimativa per la zona è di circa 375 m s.l.m.. È possibile che essendo la caserma ubicata più in prossimità del bordo di terrazzo rispetto al punto di misura freaticometrico, la soggiacenza possa essere superiore a quella stimata sulla base dei dati esistenti. Tuttavia, visto il dato preso nelle vicinanze è opportuno, a livello cautelativo, tenerne conto considerando di eseguire un drenaggio a tergo del muro di sostegno per evitare eventuali infiltrazioni di acque sotterranee oltre che di infiltrazione dalla superficie.

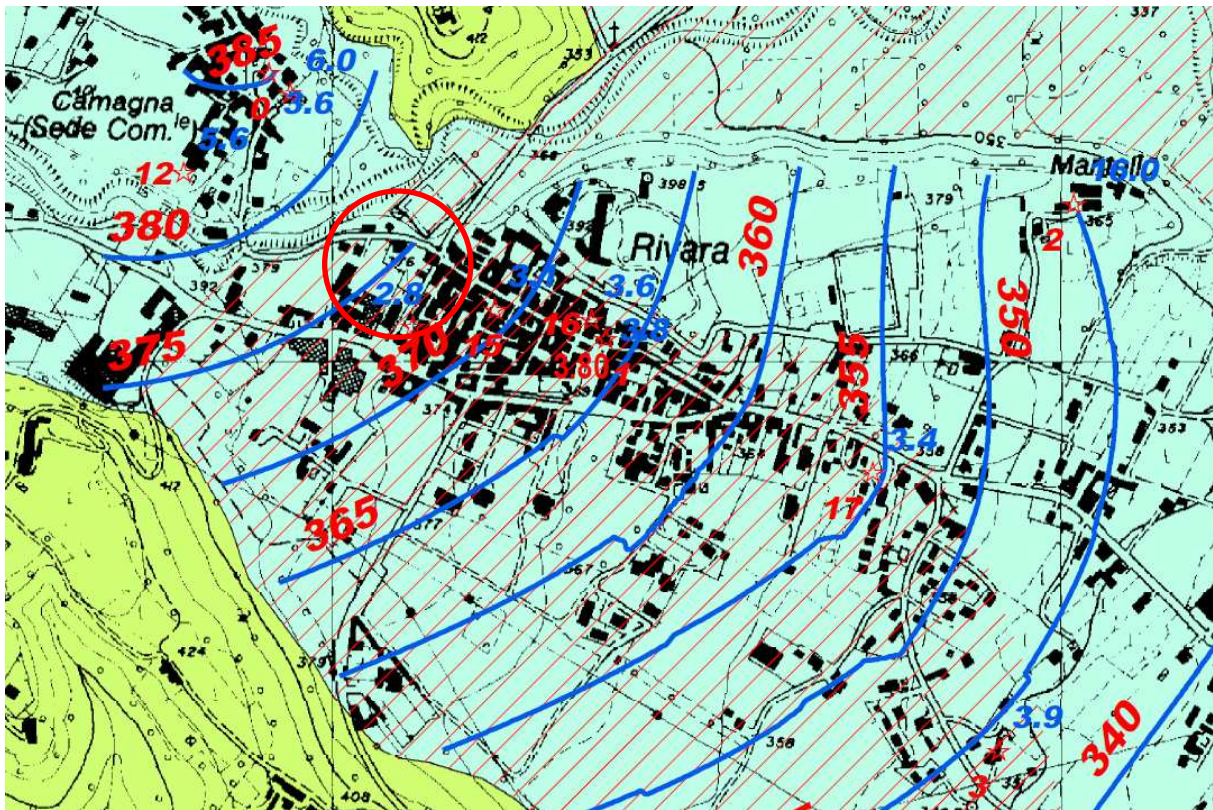


Figura 4: stralcio della carta idrogeologica allegata al vigente PRGC

1.4. Stratigrafia dei terreni di fondazione

In sito non è stato possibile eseguire scavi geognostici e/o prove dirette. È stato eseguito un masw nell'area posta immediatamente a est della caserma. Si fa inoltre riferimento a dati stratigrafici rilevati in ambito del territorio comunale di Rivara e nelle zone limitrofe. In particolare si fa riferimento ai dati rilevati in uno scavo geognostico ubicato appena a valle del Municipio di Rivara e di un altro eseguito in loc. Camagna. Inoltre è stato eseguito un sopralluogo per rilevare la natura del terreno affiorante in corrispondenza della falesia sottostante il cimitero della frazione Camagna e antistante la Caserma dei Carabinieri.

La localizzazione dei due scavi e dell'affioramento è riportata in Figura 5. In via preliminare si può asserire che il ripiano su cui sorge Camagna (dove è ubicato lo scavo S2) e quello su cui sorge il concentrico di Rivara, al cui margine nordoccidentale si colloca la caserma, siano un'unica unità geomorfologica e litostratigrafica che è stata incisa dal T. Viana. I depositi che costituiscono l'affioramento ove è ubicato il cimitero di Camagna, costituiscono un'unità geomorfologica (e litostratigrafica) più antica, vistosamente rimodellata ed entro la quale il T. Viana stesso ha depositato i terreni fluviali che costituiscono i ripiani inferiori.

L'analisi degli scavi S1 e S2 ha permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie:

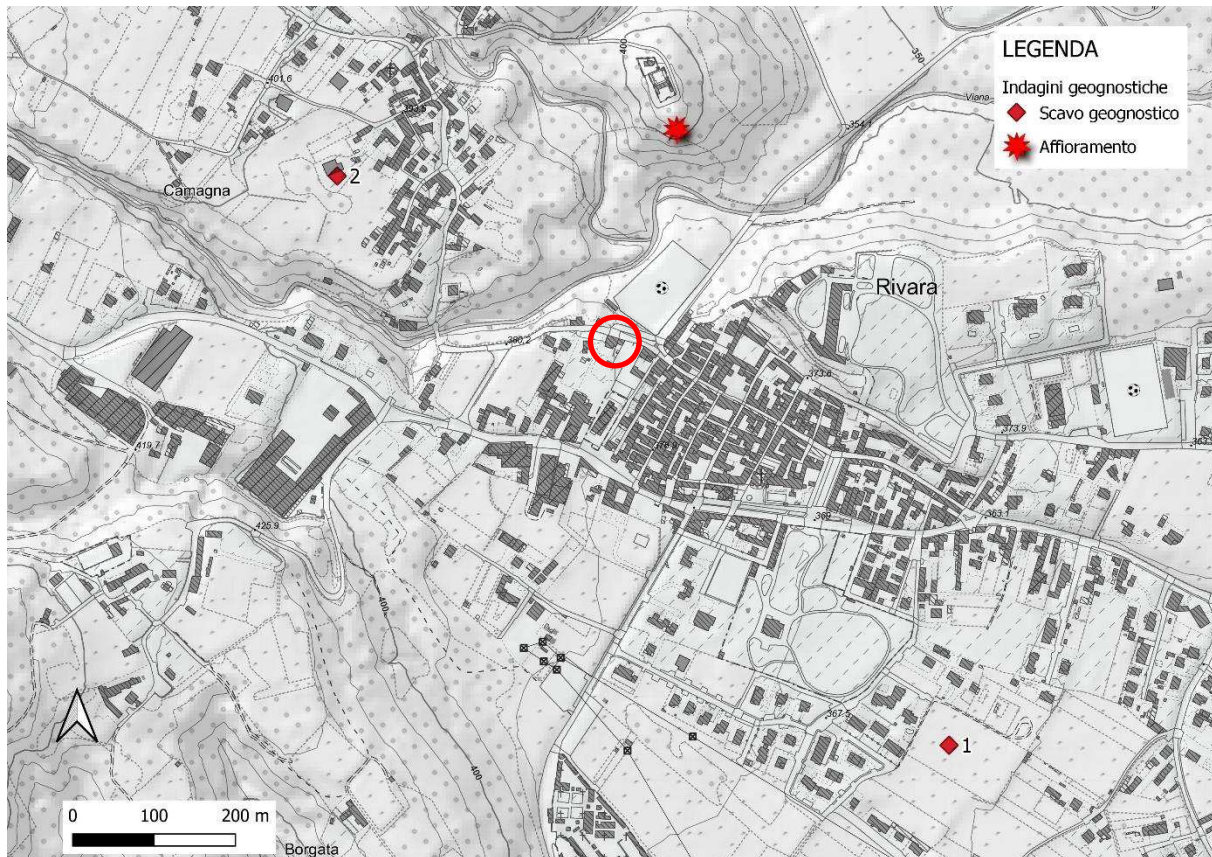


Figura 5: ubicazione scavi e foto dell'affioramento naturale sottostante il cimitero di Camagna

Scavo geognostico S1 (zona a sud municipio di Rivara):

<i>Spessore (m)</i>	<i>Litotipo</i>
0.0 – 0.40	Terreno agrario sabbioso – limoso
0.40 – 1.30	Ciottoli di depositi alluvionali in matrice sabbiosa debolmente limosa color beige-nocciola, scarsamente adensata.
1.30 – 1.50	Depositi sabbioso limosi color beige chiaro, scarsamente addensati

Tabella 1



Figura 6: scavo geognostico S1

Scavo geognostico S2 (loc. Camagna):

<i>Spessore (m)</i>	<i>Litotipo</i>
0.0 – 0.45	Terreno agrario
0.40 – 1.00	Ciottoli e trovanti di depositi alluvionali in matrice sabbiosa debolmente limosa color beige-nocciola, sciolta.

Tabella 2



Figura 5 - Scavo geognostico S2.

Per profondità maggiori si rimanda al profilo sismico eseguito che evidenzia un brusco aumento della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio alla profondità di ca. 15 m, mentre la porzione superiore è caratterizzata da velocità comprese tra 208 e 520 m/s. Il quadro ricostruibile con la sismica sembra essere caratterizzato dalla presenza di un substrato rigido (con velocità di poco inferiori a quelle che caratterizzano il “bedrock sismico”) posto a profondità superiori a 15 m. Tutto ciò che vi poggia è verosimilmente costituito da depositi fluvio-glaciali caratterizzati da alternanze di livelli più competenti (valori maggiori di V_s) e livelli meno addensati.

Come si può vedere dal confronto delle due stratigrafie e delle due foto degli scavi, si rileva che il sottosuolo a sud del municipio di Rivara ha una componente maggiormente limosa, con la presenza di un livello (che affiora al fondo dello scavo) a composizione francamente limosa, mentre il sottosuolo del terrazzo di Camagna ha una componente decisamente più ciottolosa e con minore presenza di frazione limosa e assenza completa di livelli limosi. Vista la maggiore vicinanza dello scavo S1 al sito di intervento rispetto allo scavo S2, si interpreta il profilo sismico tenendo conto della stratigrafia rilevata nello scavo S1.

In particolare il profilo sismico evidenzia almeno 7 sismostrati, raggruppabili litologicamente in due complessi principali:

- il primo, da piano campagna fino a ca. 15 m di profondità, verosimilmente costituito da depositi di origine fluvio-glaciale, caratterizzato da livelli più competenti (velocità maggiori), verosimilmente costituiti da depositi maggiormente addensati,

probabilmente ciottoli in matrice ghiaioso – sabbiosa e da livelli meno competenti probabilmente costituiti da litotipi limosi scarsamente o mediamente addensati;

- il secondo, da 15 m fino a fondo indagine, costituito verosimilmente da substrato roccioso con diverso grado di alterazione.

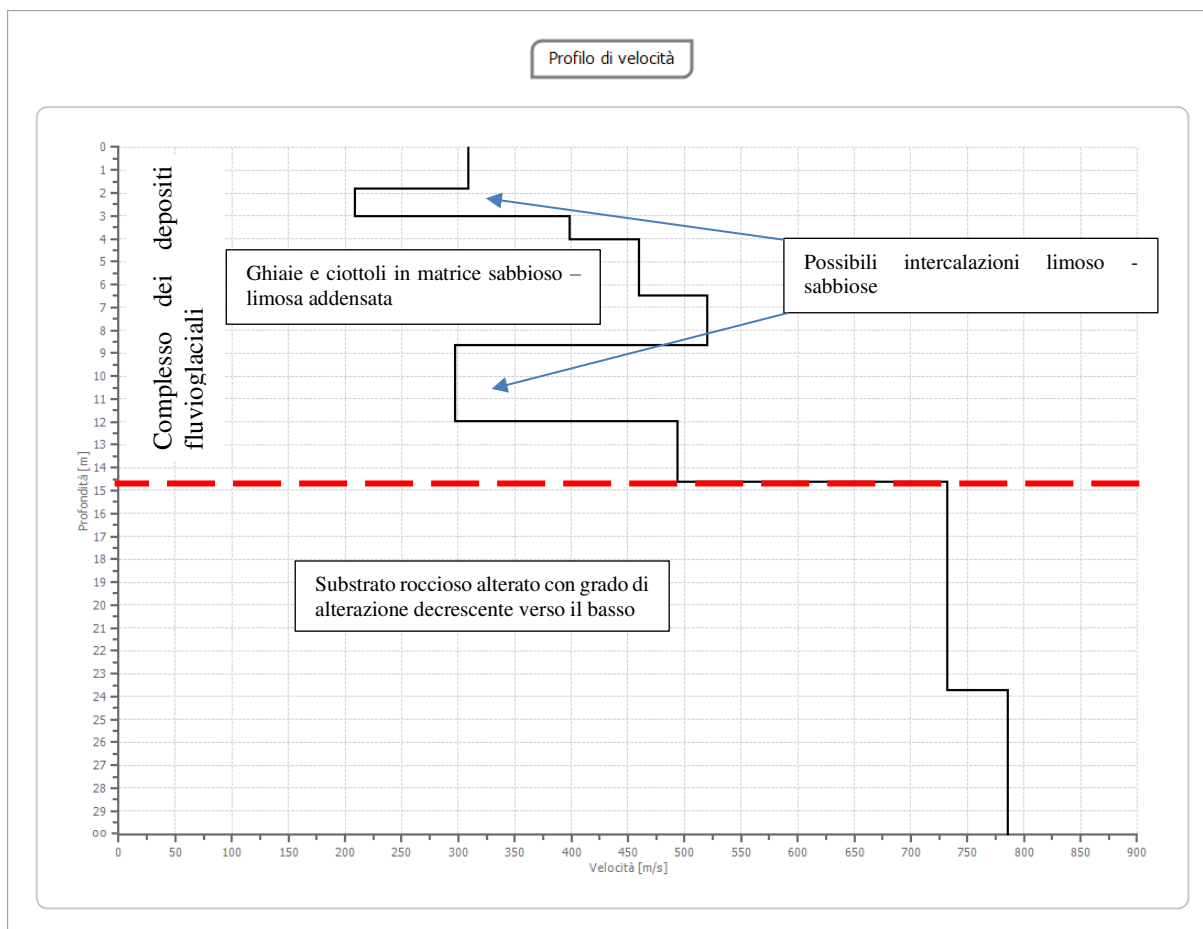


Figura 7: profilo sismico della velocità delle onde di taglio

3 Analisi della propensione al dissesto del sito

L'area di intervento si colloca su un terrazzo fluviale a distanza di circa 15 m, in zona subpianeggiante (v. Figura 3). Nella carta di sintesi della pericolosità geologica e dell'idoneità all'utilizzo urbanistico, l'area si trova in classe II.

Per quanto attiene alle norme indicate nella relazione geologica allegata al PRGC, si riporta quanto sotto specificato:

(...)In questa classe (classe II) i progetti dovranno essere accompagnati da studi approfonditi riguardanti:

- *la caratterizzazione litotecnica;*
- *la caratterizzazione idrogeologica, con particolare attenzione alla definizione della risalita del livello di falda, soprattutto negli ambiti di pianura segnalati nella carta idrogeologica (TAV. 2) come "settori con falda avente soggiacenza inferiore ai 4 m". In questi settori si dovrà scegliere se non eseguire locali interrati o semi interrati o eventualmente definire una quota di massimo approfondimento o ancora prevedere*

interventi di impermeabilizzazione dei locali sotterranei. Nel caso in cui sia indispensabile la realizzazione di locali interrati, in questi ambiti, dovrà essere eseguita una verifica preventiva che accerti la reale soggiacenza della falda e della sua interazione con le opere in progetto;

- *negli ambiti di versante andranno prese in considerazione le problematiche legate alla stabilità naturale e indotta dalle opere in progetto dei versanti e gli aspetti legati alla regimazione idraulica delle acque meteoriche.(...)*

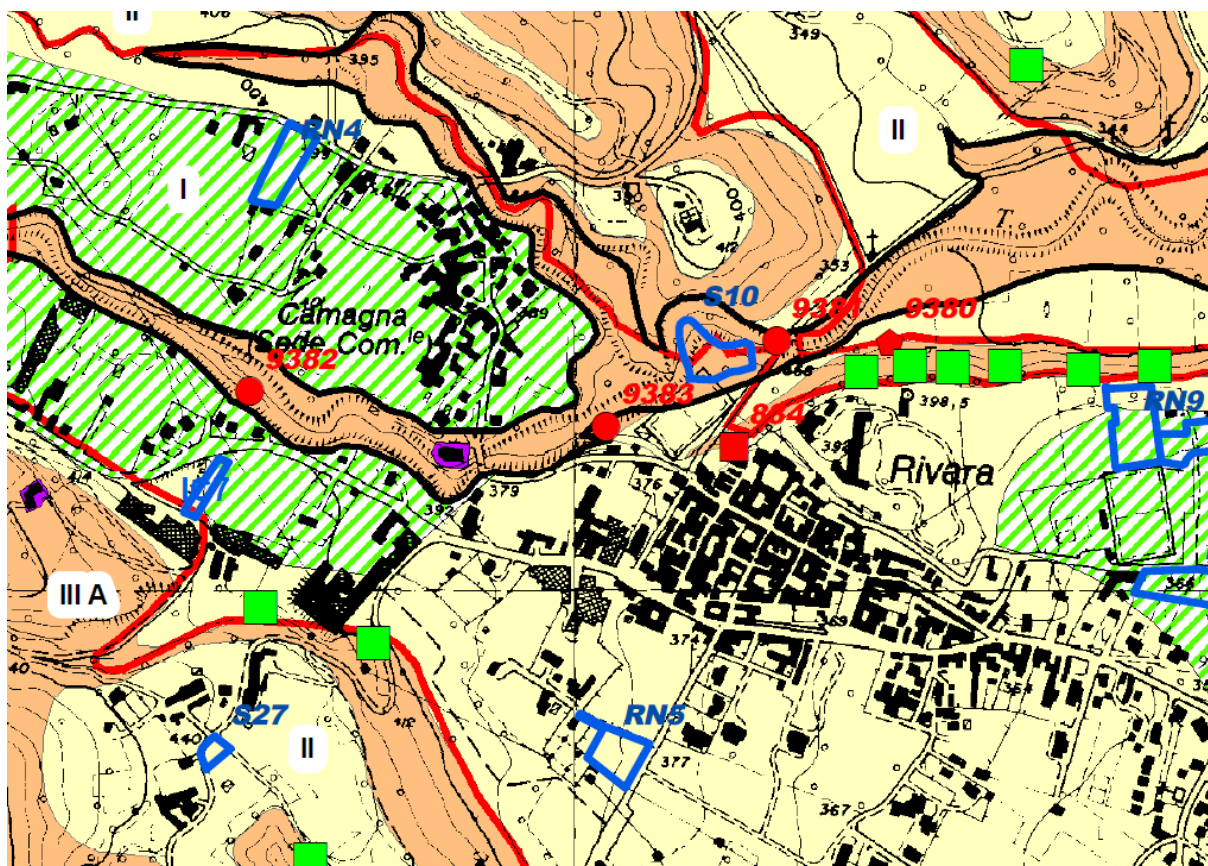


Figura 8: stralcio della carta di sintesi allegata al PRGC di Rivara

Nella relazione è descritto quanto eseguito in adempimento alle norme di PRGC, per quanto attiene la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica, oltre che idrogeologica.

4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione può essere stimata sulla base di dati in possesso dello scrivente per litotipi confrontabili a quelli costituenti il sottosuolo della zona in esame derivati da prove geotecniche di laboratorio eseguite in comune di Forno Canavese. Ci si concentra sui seguenti parametri geotecnici fondamentali:

- angolo di resistenza al taglio;
- coesione drenata;
- peso di volume.

Tabella 2

Prof. (m da p.c.)	Classificazione AGI o descrizione	φ (°)	Coesione (KPa)
0.8	limo e sabbia debolm. argillosi	27.0	0.2
2.0	sabbia ghiaiosa con limo	30.8	0
2.4	sabbia con ghiaia e con limo	35.9	0
5.0	sabbia debolm. ghiaiosa con limo	34.6	0

Non avendo dati a disposizione relativamente all'assetto stratigrafico del sito, si considerano i parametri di cui alla

Tabella 2, calcolandone il valore medio da assumere come valore caratteristico ai sensi delle NTC 2018. A questo proposito risulta corretto precisare quanto indicato nelle NTC 2018, che consentono l'uso dei parametri medi quando debba essere preso in considerazione un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità dello stesso.

Il valore medio dell'angolo di resistenza al taglio è pari a 32° . Esso è probabilmente leggermente sottostimato, ma in assenza di una stratigrafia precisa del sito, si ritiene conveniente utilizzare questo valore nelle verifiche geotecniche poichè non si può escludere a priori la presenza di livelli limosi e/o limoso sabbiosi con caratteristiche di resistenza inferiori a quelli dei litotipi ghiaioso – ciottolosi.

In definitiva per i depositi che costituiscono il sottosuolo dell'area si possono riassumere i seguenti parametri geotecnici:

- peso di volume: 19 KN/m^3 ;
- coesione: assente o trascurabile;
- angolo di resistenza al taglio: 32°

5 Caratterizzazione sismica

La presente relazione tecnica illustra e descrive le indagini geofisiche di tipo sismico (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) realizzato presso:

Regione: Piemonte

Comune: Asti

Zona: 4

Coordinate UTM WGS84

- E: 436.729
- N: 4.973.940

La presente relazione tecnica illustra e descrive le indagini geofisiche di tipo sismico (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) realizzato presso:

Regione: Piemonte

Comune: Rivara

Zona: 3

Coordinate UTM WGS84

- E: 392.063
- N: 5.021.091



Figura 9 – ubicazione stendimento MASW

5.1 Strumentazione utilizzata

Per l'acquisizione dei dati sismici è stato utilizzato un sismografo multicanale per geofisica DoReMi della SARA electronic instruments a 12 canali.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5Hz.
L'energizzazione è stata ottenuta con massa battente di 10 Kg su piastra.

5.2 Cenni sulla metodologia MASW

L'indagine si realizza disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale una mazza battente su piastra metallica, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, e l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni, quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda. La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione matematica con algoritmi finalizzati a minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata dall'indagine, di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. Il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale. La massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

5.3 Interpretazione dei dati

Dal sismogramma è possibile risalire alla curva di dispersione (cioè un grafico ampiezza/frequenza) mediante la relazione

$$VR(f)=f/k,$$

dove f = frequenza e k = numero d'onda.

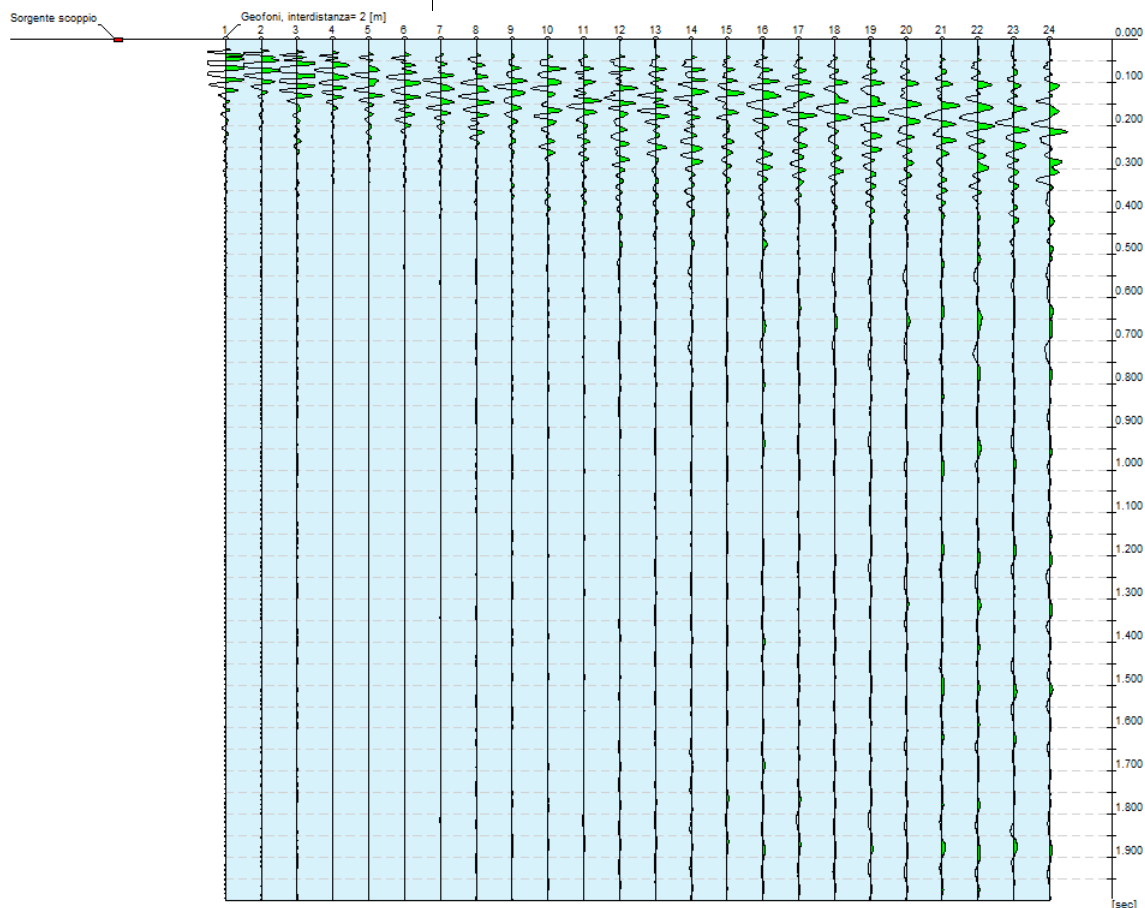
Il processo di individuazione della curva di dispersione caratteristica del sito in esame è eseguito tramite software. La successiva fase di elaborazione-interpretazione è condotta eseguendo una "analisi spettrale", e consiste sostanzialmente nella risoluzione del cosiddetto problema inverso: a partire dalla curva di dispersione misurata in situ, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici, secondo il seguente schema:

- Concatenazione dei file contenenti i record di registrazione in situ.
- Fase di pre-processing per "ottimizzare" i record stessi in modo da migliorare la qualità dell'interpretazione cioè eventuale filtraggio o "pulizia" dei dati grezzi.
- Passaggio dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata FK.
- Picking dei punti dello spettro per ottenere la curva di dispersione sperimentale; la procedura consiste nel trovare per ogni frequenza i massimi assoluti/relativi dello spettro FK, ed è finalizzata alla individuazione del modo fondamentale di propagazione dell'onda (ovvero quello a velocità minore), senza trascurare (analisi multimodale) di ricercare eventuali modi superiori.
- Estrazione della curva di dispersione sperimentale mediante la procedura sopra indicata dallo spettro FK.
- Inversione: tale procedura è effettuata allo scopo di ottimizzare un modello stratigrafico che sia relativo e sovrapponibile alla curva di dispersione sperimentale propria del sito.
- Fase di ottimizzazione e di taratura della curva teorica, realizzata contestualmente alla procedura d'inversione, con inserimento di strati, assegnazione di moduli di Poisson e taratura dello spessore degli strati mediante prove dirette o più frequentemente osservazioni di campagna, ed eseguendo ulteriori processi di inversione allo scopo di raffinare il risultato ottenuto, cioè una curva di dispersione teorica finale molto ben sovrapposta a quella sperimentale
- Ottenimento di un profilo verticale delle V_s , minimizzando le imprecisioni (risultati random), e ottenendo un modello finale ad elevata attendibilità e fortemente rappresentativo, mediante le tarature del reale profilo V_s /profondità del sito in analisi.

5.4 Acquisizione ed elaborazione dei dati

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



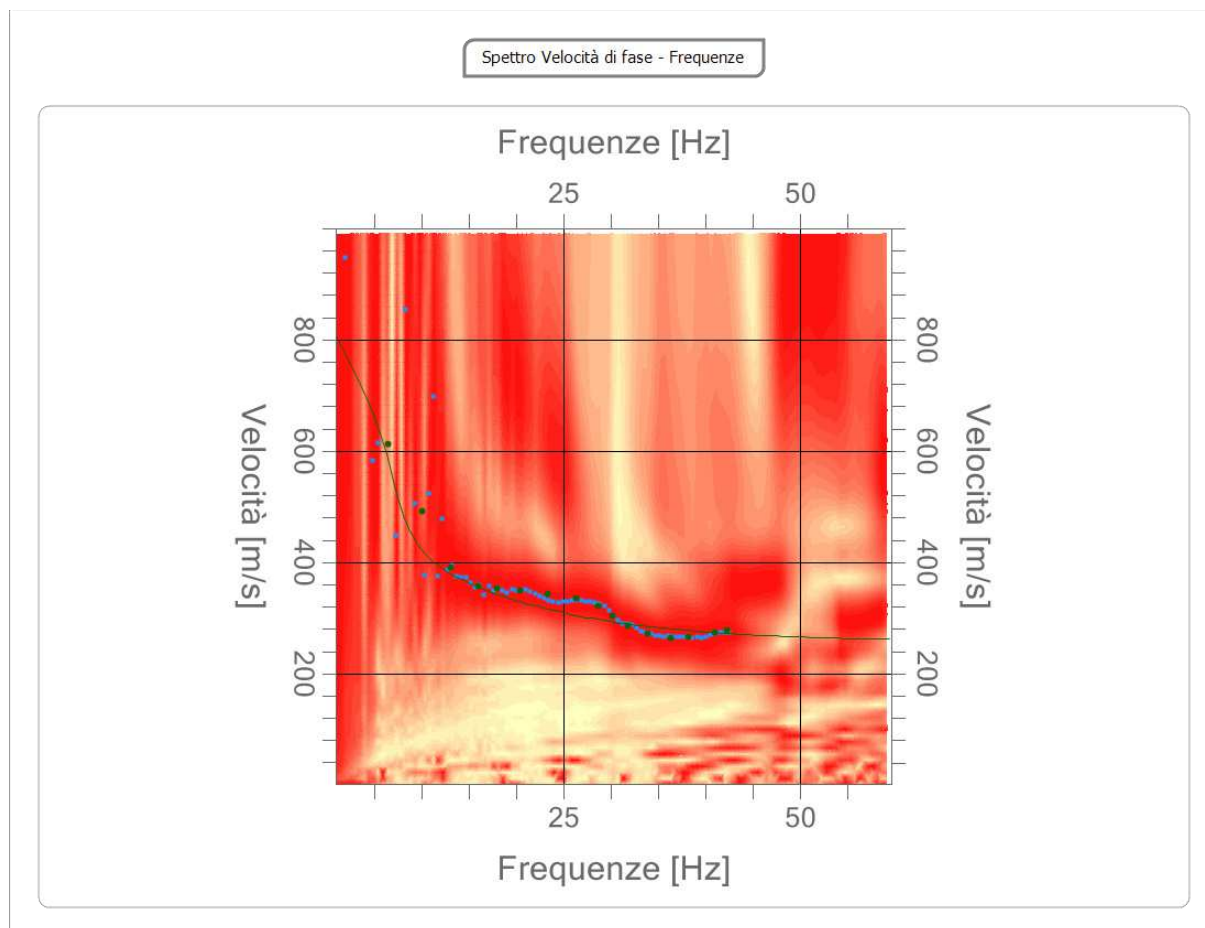
5.5 Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1000
Intervallo velocità [m/sec]	1

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.4	613.2	0
2	10.1	491.2	0
3	13.1	389.8	0
4	16.0	356.8	0
5	17.9	352.6	0
6	20.4	348.5	0
7	23.3	342.3	0

8	26.3	336.1	0
9	28.7	321.6	0
10	30.2	303.0	0
11	31.7	286.4	0
12	33.9	272.0	0
13	36.3	263.7	0
14	38.2	265.7	0
15	41.0	274.0	0
16	42.3	278.2	0



Inversione

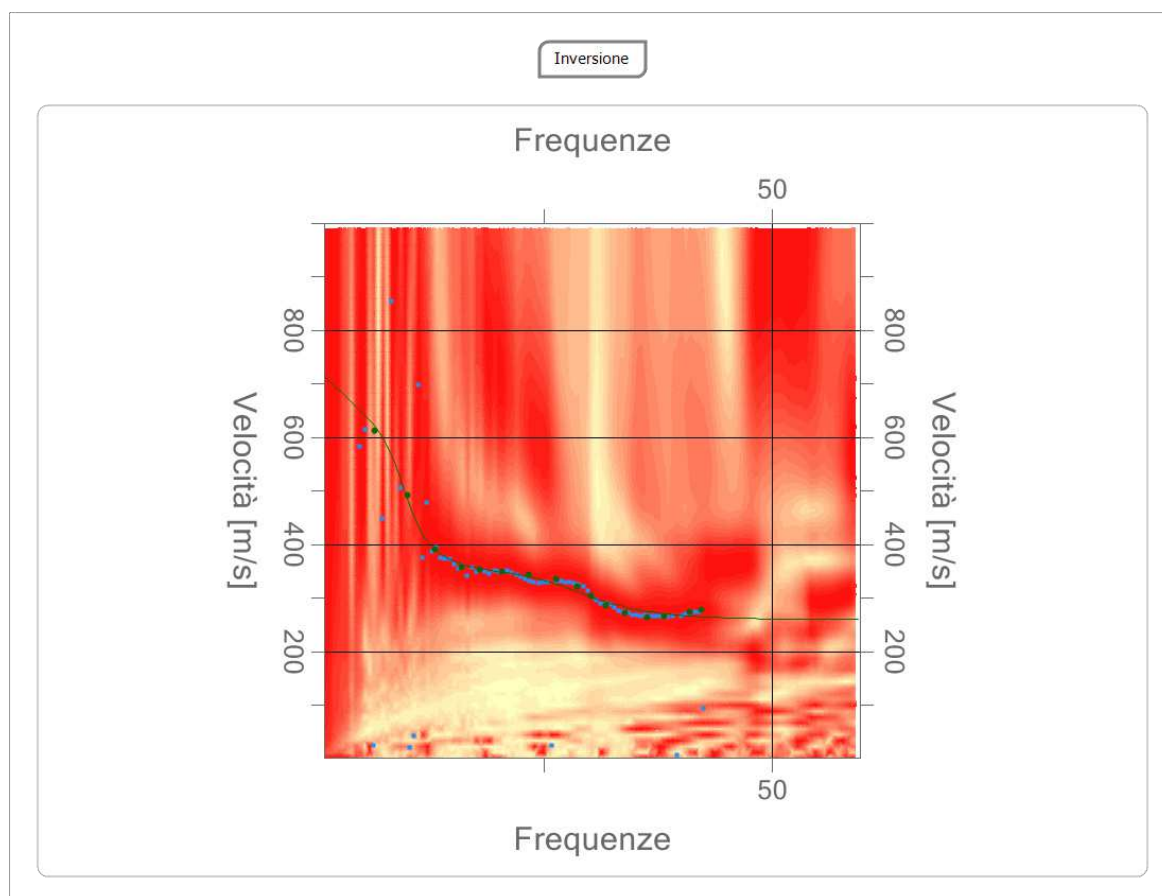
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.83	1.83	0.3	578.8	309.4
2	3.03	1.20	0.3	389.5	208.2
3	4.03	1.00	0.3	745.0	398.2
4	6.51	2.47	0.3	861.0	460.2
5	8.67	2.16	0.3	972.9	520.0
6	12.01	3.34	0.3	555.4	296.9
7	14.65	2.64	0.3	923.2	493.5
8	23.75	9.10	0.3	1370.2	732.4
9	oo	oo	0.3	1469.7	785.6

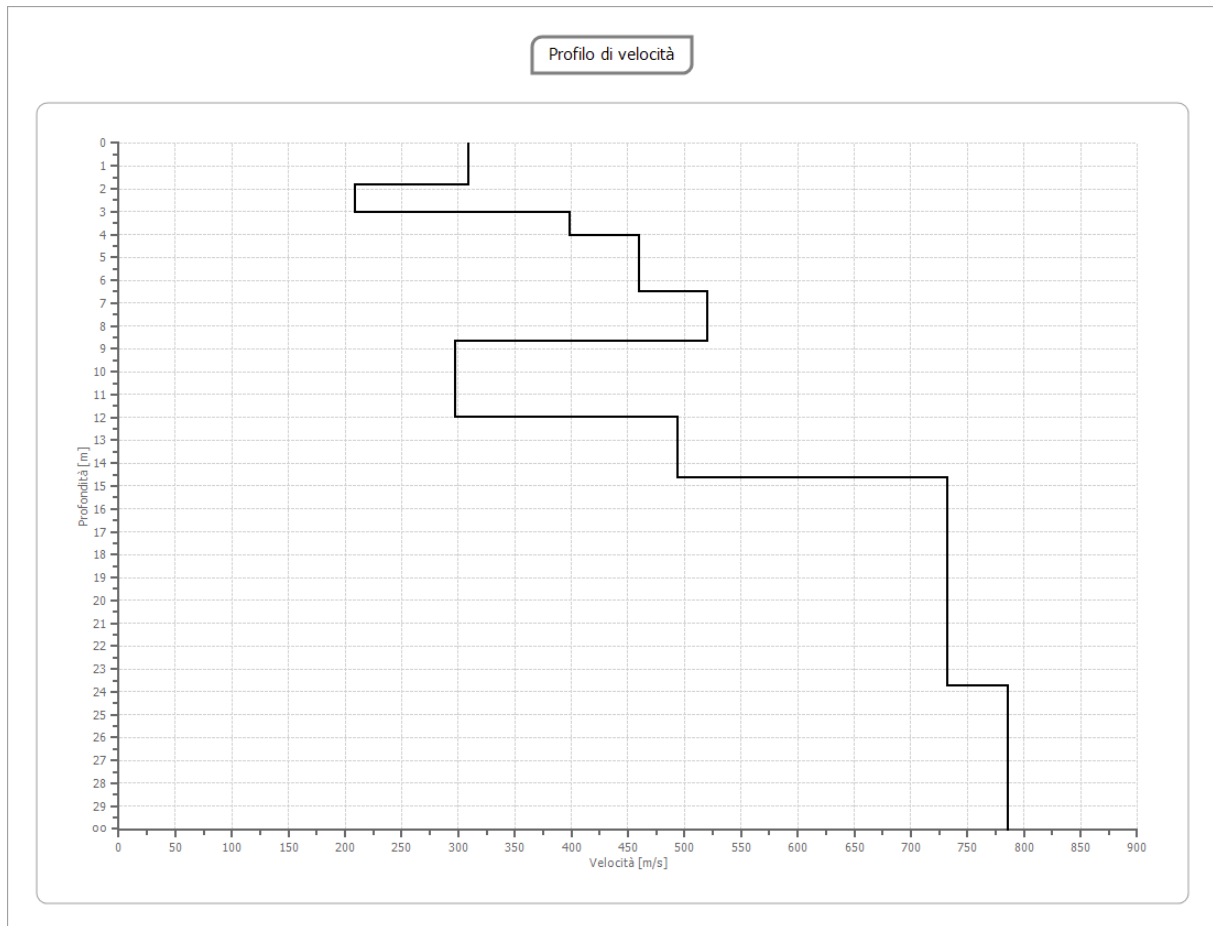
Percentuale di errore

0.045 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.025





5.6 Risultati

L'analisi del profilo stratigrafico, evidenzia un assetto sismostratigrafico descritto nella tabella seguente:

Livello	Profondità	Descrizione	Velocità Vs
1	Ca. 2 m	Materiale sciolto di riporto	$V_s = 310 \text{ m/s}$
2	Da ca. 2 a 3 m	Limi argillosi	$V_s = 208 \text{ m/s}$
3	Da ca. 3 a 8	Depositi ghiaiosi con sabbia e limi di alterazione	$520 > V_s > 400 \text{ m/s}$
3	Da 8 a 12 m	Limi argillosi	$V_s = 300 \text{ m/s}$
4	Oltre 12 m	Depositi fluvioglaciali	$V_s > 490 \text{ m/s}$

Il valore di V_s equivalente calcolato al piano campagna è pari a 494.04 m/s. pertanto è possibile definire il contesto geotecnico esaminato come suolo di classe sismica "B".

Profondità piano di posa [m]	0
$V_{s,eq} \text{ [m/sec]} (H=30.0 \text{ m})$	494.04
Categoria del suolo	B

Suolo 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.

6 Considerazioni di sintesi e conclusive

Le indagini eseguite in sito evidenziano terreni con caratteristiche geotecniche discrete che non comportano l'adozione di particolari accorgimenti per l'esecuzione delle opere in progetto.

In definitiva si può considerare il seguente assetto litotecnico:

depositi ghiaioso – sabbiosi con ciottoli e intercalazioni limoso – sabbiose:

- peso di volume: 19 KN/m^3 ;
- coesione: assente o trascurabile;
- angolo di resistenza al taglio: 32°

A profondità dell'ordine dei 15 m ca la sismica ha evidenziato la presenza di un netto incremento della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio che non supera il limite (800 m/s) che consentirebbe di classificare tale sismostrato come "bedrock sismico". Geologicamente è verosimile che esso corrisponda al substrato prequaternario, probabilmente con un grado di alterazione da medio ad elevato. Con questo modello, la classe di sottosuolo a fini sismici è la B.

L'area non è soggetta ad alcun elemento di pericolosità geomorfologica.

Dati pregressi circa l'assetto piezometrico del territorio comunale consentono di ipotizzare la presenza di una falda freatica ad una profondità cautelativamente stimabile attorno ai 3 m da piano campagna. Occorre pertanto prevedere l'esecuzione di un drenaggio a tergo del muro del cavedio controterra in modo da evitare eventuali infiltrazioni di acque sotterranee e di acque di superficie che potrebbero infiltrarsi all'interfaccia tra terreno e muro in ca..

Per quanto riguarda il corso d'opera si ritiene che lo spazio presente nella zona dove verrà realizzato lo scavo per l'esecuzione del cavedio, sia più che sufficiente per poter realizzare lo sbancamento con un fronte avente un'inclinazione (indicativamente nel breve termine attorno ai 40°) che consenta di lavorare in condizione di sicurezza, fermo restando l'obbligo del rispetto delle norme di sicurezza previste dalla normativa vigente di settore.

Marzo 2023



Dr. Geol. Maurizio Canepa
n. 314 Ordine Geologi del Piemonte