

PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTO DI REALIZZAZIONE NUOVO CENTRO DIURNO PER ANZIANI "IL SOLE D'INVERNO"

Comune di Vigolzone (PC) - CUP: J75E25000160004



Committente:

COMUNE DI VIGOLZONE

piazza Serena, 18 – 29020 Vigolzone (PC)
c.f. 00308460336

visto ed approvato:

Progetto:

Ufficio Tecnico Comune di Vigolzone

STUDIO TECNICO

Ing. Silvio Carini

Stradone Farnese, 23/25 - 29121 Piacenza
Tel./Fax: 0523-711319 - mobile: 333-2895211
e-mail: ing.silviocarini@gmail.com p.e.c. silvio.carini@ingpec.eu

il Tecnico:

il Tecnico:

Oggetto elaborato:

RELAZIONE GEOTECNICA, GEOLOGICA-SISMICA

Fase:

ESE

Elaborato:

3.1

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	novembre 2025	EMESSO PER APPROVAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO
01		
02		
02		

redatto:

controllato: Ing. Carini

note:

REGIONE EMILIA ROMAGNA
COMUNE DI VIGOLZONE
PROVINCIA DI PIACENZA

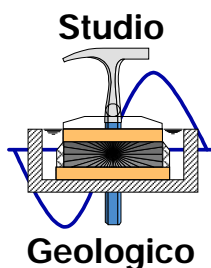
RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

• • • • •
A CORREDO DEL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI NUOVO CENTRO DIURNO COMUNALE
“IL SOLE D’INVERNO”



Località : Vigolzone

Committente : Amm.ne Comunale di Vigolzone



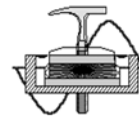
Dott. Geol. N. CAVANNA

Via Degani, 9 (PC)

☎ 0523 / 305674 - ☎ 335 / 5734746

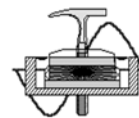
FAX 0523 / 317301





SOMMARIO

1.0. - PREMESSA.....	3
2.0. - CONTENUTI RELAZIONALI	4
3.0. - STATO DEI LUOGHI.....	5
4.0. - INQUADRAMENTO FISICO-GEOGRAFICO ED AMBIENTALE	7
4.1. - ASPETTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI	7
4.2. - ASPETTI GEOLITOLOGICI ED IDROGEOLOGICI.....	10
4.3. - VALORI AMBIENTALI PAESAGGISTICI ED INFRASTRUTTURE INTERESSATE	10
5.0. - INDAGINI GEOGNOSTICHE	12
5.1. - PROSPEZIONI SISMICHE CON MICROTREMORI	13
5.2. - PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPM)	16
5.3 - STRATIGRAFIA PROFONDA DA POZZO	17
6.0 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA DEL SOTTOSUOLO	18
7.0 - AZIONE SISMICA.....	19
7.1 - CATEGORIA DI SUOLO FONDAZIONALE	19
7.2 - FATTORI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	22
7.3 - LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	23
7.4 - MODELLO SISMICO DEL SITO	27
8.0 - PRESCRIZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO	30



PROSPETTO DI SINTESI DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOGNOSTICI

Stratigrafia di progetto:

Profondità (centimetri)	Descrizione	Spessore (metri)
da p.c. a -90	A● - Suolo vegetato e coltre terrosa (si trascura);	0.90
da -90 a -600	B● - Depositi limo argillo sabbiosi con inclusioni ghiaiose;	5.10
da -600	C● - Depositi ghiaiosi in abbondante matrice limo sabbiosa	≥4.00

Circolazioni acquifere rilevate: -6.00 m dal p.c. (data 30 settembre 2025)

Principali parametri geotecnici “medi”:

Strato	A●	B●	C●
Litologia prevalente	Coltre terrosa	Limi argillo sabbiosi	Ghiaie limo sabbiose
Spessore max rilevato	~0.90 m	~5.10 m	≥4.00 m
Peso di vol. naturale		$\gamma_{b1} \cong 1.85 \text{ T/mc}$	$\gamma_{c1} \cong 1.90 \text{ T/mc}$
Peso di vol. saturo		$\gamma'_{b1} \cong 2.05 \text{ T/mc}$	$\gamma'_{c1} \cong 2.05 \text{ T/mc}$
Grado di cons. AGI		mod. consistente	mod. addensato
Coesione non drenata		$C_u \cong 0.60 \text{ Kg/cm}^2$	--
Densità relativa		--	60%
Angolo di attrito	Si trascura	$\theta' \cong 24^\circ$	$\theta \cong 35^\circ$
Modulo di Edometrico		$E_{ed} \cong 68 \text{ Kg/cm}^2$	--
Modulo di Young		$E_y \cong 65 \text{ Kg/cm}^2$	$E \cong 280 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Taglio		--	--
Modulo di Poisson		0,38	0,32
Modulo di reazione		$K_o \cong 1.60 \text{ Kg/cm}^2$	$K_o \cong 3.65 \text{ Kg/cm}^2$

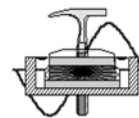
Profondità d'imposta fondazionale “consigliata: ≥1.00 m dall'attuale piano campagna, previo risultanze verifiche dirette durante la fase di sbancamento;

Azione sismica (vedasi nel dettaglio capitolo 7 e paragrafo 7.4):

- sito in esame (coordinate WGS84: latitudine 44,914 - longitudine 9,662);
- zona sismica 3;
- classe d'uso II: C_u pari a 1.0;
- accelerazione massima orizzontale del sito (a_g) pari a **0.103 (SLV)**;
- accelerazione orizzontale massima attesa al sito (**A_{max}**) pari a **1.514 m/s² (SLV)**;
- categoria di suolo fondazionale “tipo **C**”, coefficiente **S_s** pari a **1.50**;
- categoria topografica **T1**, coefficiente di amplificazione topografica **ST** pari a **1.00**;
- coefficienti azione sismica orizzontale e verticale (SLV): **$k_h = 0.037$** ÷ **$k_v = 0.019$** ;
- terreni fondazionali **non liquefacibili**.

Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com



1.0. - PREMESSA

Su incarico dell'Amm.ne Comunale di Vigolzone si è eseguita nel mese di settembre del corrente anno (2025) un'indagine geologica su di un appezzamento di terreno sito in località Vigolzone capoluogo comunale (vedi fig. 3.0.I - *"Inquadramento corografico"* in scala 1: 5.000, ricavato sulla base della C.T.R.).

Lo studio si è reso necessario a corredo del progetto per la realizzazione di una nuova struttura ad uso centro diurno, denominata *"IL SOLE D'INVERNO"* (il tutto come meglio visualizzato nelle tavole di progetto).

L'indagine è stata condotta in osservanza al D.M. 17 gennaio 2018 (*pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018*).

Tali indagini sono quindi finalizzate a:

- accertare lo stato d'uso del territorio;
- illustrare lo stato d'alterazione, fratturazione e degradabilità dei litotipi presenti, i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali progressi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali;
- definire le locali condizioni litologiche, la presenza d'acque sotterranee e valutare, preliminarmente, le proprietà fisico-meccaniche dei terreni, per la progettazione delle opere fondazionali;
- suggerire eventuali opere di salvaguardia al fine di assicurare la stabilità del complesso costruzione-terreno e limitare gli impatti esercitati dall'edificazione.

Sulla base delle notizie e considerazioni ottenute durante un primo sopralluogo ed in relazione ai diversi obiettivi dello studio, su tale area si sono eseguite indagini di campagna concernenti rilievi geomorfologici-geolitologici, uso attuale del suolo, eventuali dissesti della rete stradale e lesioni nei fabbricati; per quanto concerne le valutazioni di carattere geotecnico sono state approntate due prove penetrometriche dinamiche, con relativa elaborazione dei profili (longitudinali - trasversali) e misurazioni piezometriche all'interno dei fori dei sondaggi.

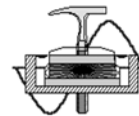
Inoltre, in ottemperanza alla normativa tecnica vigente, è stata realizzata una registrazione dei microtremori con tromografo digitale (HVSR).

Costituiscono parte integrante della presente relazione le seguenti figure:

- Inquadramento corografico in scala 1: 5.000 su estratto C.T.R. (Fig. 3.0.I);
- Estratto carta del dissesto RER in scala 1: 5.000 (Fig. 4.1.I);
- Estratto carta geologica RER in scala 1: 2.500 (Fig. 4.2.II).

In allegato sono presenti i seguenti certificati:

- Planimetria ubicazioni indagini geognostiche (Allegato 1);
- Risultanze prospezioni sismiche HVSR (Allegato 2);
- Diagrammi penetrometrici (Allegato 3);
- Certificati stratigrafici pozzi (Allegato 4).



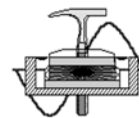
2.0. - CONTENUTI RELAZIONALI

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*" la presente Relazione Geologica contiene la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consistenti nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

Le indagini geognostiche sono state finalizzate alla documentata ricostruzione del MODELLO GEOLOGICO, sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare "preliminarmente" le problematiche geotecniche.

In particolare sono state sviluppate le seguenti tematiche:

- Descrizione delle caratteristiche geologico e/o geologico-strutturali e geomorfologiche generali dell'area con riferimenti anche a cartografie ufficiali e a materiale di letteratura, integrati con i dati rilevati direttamente in campagna;
- Descrizione delle caratteristiche idrogeologiche generali dell'area con riferimenti anche a cartografie tematiche e a materiale di letteratura, integrati con i dati rilevati direttamente in campagna; analisi delle eventuali interferenze della falda con la fondazione e con il manufatto;
- Eventuale presenza di vincoli (es: PAI, vincolo idrogeologico, classificazione sismica, vincoli geologico-urbanistici locali etc.).
- Descrizione del programma delle indagini geognostiche in situ e argomentazione sulla loro scelta (funzione delle caratteristiche dei terreni in esame e dell'importanza dell'opera etc.);
- Documentazione grafica dell'ubicazione delle prove, descrizione del tipo di indagini eseguite e della strumentazione utilizzata con rimando a tutti i relativi risultati, schede, tabelle e grafici esplicativi in allegato alla relazione;
- Determinazione dei parametri iniziali di accelerazione su suolo libero, con ricavo degli spettri di risposta rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale, tramite l'individuazione della relativa pericolosità sismica direttamente da coordinate geografiche; calcolo delle V_{s30} tramite indagini specifiche e/o correlazioni ammesse dalla normativa vigente e conseguente individuazione della categoria di suolo e delle condizioni topografiche e della stabilità nei confronti della liquefazione;
- Descrizione, partendo da tutte le caratteristiche e considerazioni generali e sulla scorta di tutti i rilevamenti e le indagini svolte, dell'assetto stratigrafico di dettaglio con spessori dei vari litotipi esistenti nel sottosuolo del sito oggetto d'intervento e della loro variabilità spaziale, per un'ampiezza ed una profondità significative ai fini del progetto;
- Sintesi del MODELLO GEOLOGICO che esprima, tramite una "sezione" geologica, tali aspetti e anche l'eventuale volume significativo.



3.0. - STATO DEI LUOGHI

La zona interessata dal presente studio è sita all'estrema periferia occidentale del capoluogo comunale di Comune di Vigolzone (vedasi *"Inquadramento Corografico"* su base CTR scala 1: 5.000 in fig. 3.0.I ed *"Inquadramento Geografico"* su base IGM scala 1: 20.000 in fig. 3.0.II).

L'area oggetto di intervento edilizio si sviluppa entro la prima zona collinare "significativamente" modificata dalle attività agricole ed in parte dall'urbanizzazione, risultando orientativamente posta in adiacenza ed a monte della struttura adibita a piscina comunale.

Il piano campagna giace ad una quota media s.l.m. compresa indicativamente tra 166.00 e 167.00 metri.

L'accesso al lotto, alla data del rilievo ad uso prativo, è attualmente consentito da viale Stefano Castignoli.

La zona oggetto d'intervento si presenta stabile in assenza di evidenti fenomeni erosivi, né presenta emergenze idriche o zone a deflusso difficoltoso delle acque superficiali.

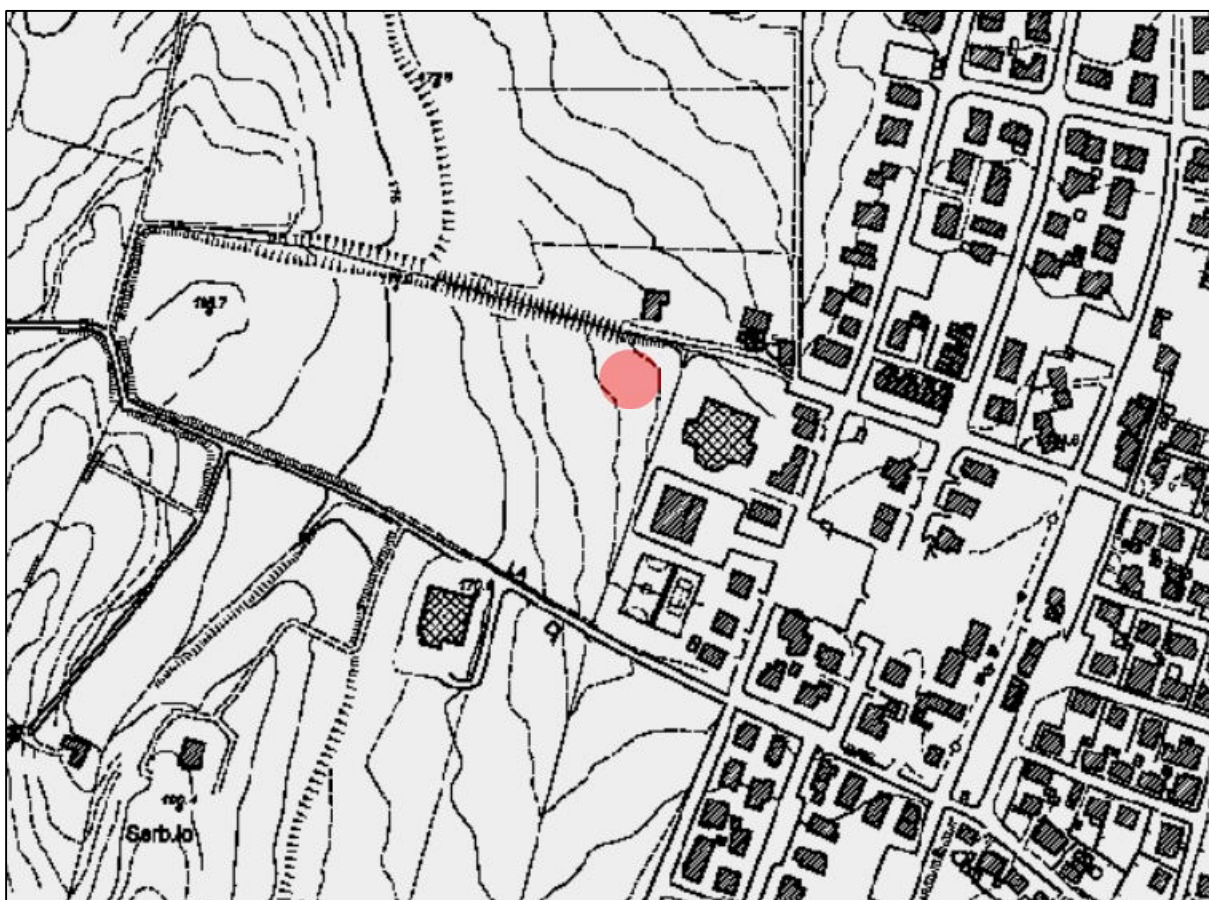


fig. 3.0.I – inquadramento corografico

Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com

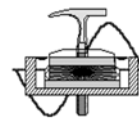
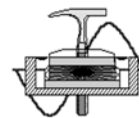


fig. 3.0.I – inquadramento geografico



4.0. - INQUADRAMENTO FISICO-GEOGRAFICO ED AMBIENTALE

La configurazione dell'assetto geografico e geologico del territorio è stato definito attraverso l'analisi della documentazione cartografica esistente ed i rilievi di campagna. Nel territorio comunale di Vigolzone sono rappresentate quasi tutte le fasce altimetriche più significative della Regione Emilia-Romagna, partendo dalla media pianura per giungere ai rilievi collinari e montuosi, questi ultimi peraltro non attingenti a quote particolarmente elevate.

4.1. - Aspetti geomorfologici ed idrografici

L'area in esame è ubicata in Comune di Vigolzone ad un'altitudine media di 166.50 metri s.l.m., in una zona dell'Appennino Piacentino morfologicamente identificata come "bassa collina".

Si tratta della fascia comprendente i grandi pianalti scolpiti nei depositi alluvionali più antichi, sopraelevati di alcune decine di metri rispetto agli alvei attuali dei corsi d'acqua.

L'elemento morfologico fondamentale è dato, appunto, dalla presenza di sistemi di antiche e piatte superfici topografiche, immergenti verso la pianura ma, comunque, ben sopraelevate lateralmente e raccordate con questa (verso Nord) attraverso più o meno bruschi dislivelli.

La zona in studio giace lungo la pendice di raccordo tra i depositi alluvionali e la sommità di un rilievo impostato nei depositi pre-Wurmiani del pedemonte.

Nello specifico i terreni sub-affioranti lungo tale fascia sono riconducibili a depositi di piana alluvionale costituiti da limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie.

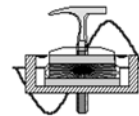
In zona non si sono rilevate evidenti zone di ristagno o "umide" né particolari forme di erosione.

Il tratto del pendio in studio evidenzia un discreto equilibrio idrogeologico e, come è altresì testimoniato dalle ottime condizioni geostatiche dei fabbricati presenti in zona, l'area gode attualmente di un buon grado di stabilità (vedi estratto "*Carta del dissesto RER*" scala 1: 5.000 in fig. 4.1.I).

L'area oggetto di edificazione si presenta nell'insieme caratterizzata da debole acclività, nell'ordine del 5%. Le pendenze tendono ad aumentare "significativamente" verso monte e lungo il sistema terrazzato costituito da una serie di ripiani morfologici di origine fluviale di età pleistocenica media.

Nell'ambito pedecollinare sono presenti orli di terrazzo di altezza anche decametrica che risultano talora rimaneggiati o ridotti a semplici rotture di pendenza del piano di campagna.

I sistemi terrazzati più antichi si sono formati per coalescenza delle conoidi alluvionali depositate dai vari corsi d'acqua provenienti dall'Appennino, i quali hanno prodotto in origine una superficie sostanzialmente unitaria e uniforme.



L'elemento principale del reticolo idrografico di Vigolzone è costituito dal Torrente Nure a cui si aggiunge una fitta rete di corpi idrici secondari.

L'asta principale del corso d'acqua, nel tratto montano e collinare, mantiene un andamento lineare, senza affluenti di grossa portata che ne potrebbero incrementare l'irregolarità del tracciato.

La testata sorgentizia è impostata alle pendici dello spartiacque con la Val Ceno.

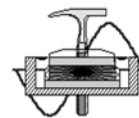
L'attuale configurazione del reticolo idrografico costituisce il risultato non solo della naturale evoluzione dell'originale maglia drenante delle acque superficiali, ma anche e soprattutto degli interventi dell'uomo che, in tempi successivi, ne ha rettificato o comunque modificato l'assetto.

Nell'ambito della zona di specifico interesse la rete idrica superficiale è povera di elementi "significativi".

Occorre tuttavia segnalare la presenza di un "modesto" canale di scolo che delimita il perimetro orientale dell'area di futura edificazione e di un fosso che ne lambisce il perimetro settentrionale.

Le caratteristiche idrogeologiche dei rii presenti nel territorio pedecollinare li inquadrano tra i corsi d'acqua di categoria inferiore, rapportabili, nel caso in oggetto, a linee di impluvio che si sono impostate nelle vallecole sviluppate lungo i sistemi terrazzati "pre-Wurmiani" del Pedemonte.

Il naturale drenaggio e lo smaltimento delle acque meteoriche, nell'ambito del lotto di futura edificazione, è garantito prevalentemente dall'acclività dei luoghi che le convogliano verso i sopraccitati corsi d'acqua.

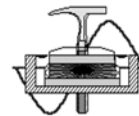


**Legenda elementi del dissesto
cartografati**

Depositi alluvionali

bn - Deposito alluvionale attualmente non in evoluzione

fig. 4.1.I – estratto carta del dissesto RER



4.2. - Aspetti geolitologici ed idrogeologici

Sotto l'aspetto GEOLITOLOGICO i terreni affioranti nell'area oggetto di edificazione sono conosciuti nella Bibliografia Geologica, con il nome di "Unità di Niviano", formata da terreni sabbio limo argillosi di colorazione rossastra, con innumerevoli ciottoli, spesso laccati di incrostazioni di manganese, dalla caratteristica tinta nerastra.

La deposizione è avvenuta in ambienti fluviali molto estesi arealmente, per l'imponenza del fenomeno di disgelo del periodo glaciale denominato "Riss".

La permeabilità media di questa formazione è da considerarsi relativamente buona, per la ricchezza di elementi ghiaiosi di deposito fluviale, che scarseggiano solamente nella zona più superficiale, dove hanno subito un più energico fenomeno di degradazione e di decalcificazione.

Dal punto di vista della stabilità generale, i versanti, anche laddove si presentano fortemente acclivi, non suscitano problemi di franosità, come pure scarsi, o pressoché inesistenti, sono i fenomeni sorgentizi.

La granulometria del terreno tende a presentarsi di natura Sabbioso-Limosa, facilmente imbevibile d'acqua, e priva di sufficiente coesione da sopportare l'azione del dilavamento da parte delle acque di precipitazione meteorica.

Idrologicamente, la formazione presenta potenziali idrici molto interessanti, specialmente nelle zone ove si rinvencono consistenti arricchimenti di materiali ghiaiosi ed una conseguente scarsità di matrice Sabbioso-Limosa, che condiziona la velocità di circolazione acquifera.

Si segnala che, nei fori dei sondaggi penetrometrici è stata rinvenuta la presenza di circolazioni acquifere ad una profondità di circa 6.00 metri (*data rilevamento freaticometrico 30 settembre 2025*).

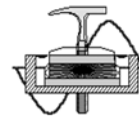
4.3. - Valori ambientali paesaggistici ed infrastrutture interessate

Il paesaggio del territorio adiacente e circostante l'area di specifico interesse, almeno per quanto riguarda la zona di valle, è essenzialmente urbanizzato.

Questa porzione territoriale risulta caratterizzata dalla presenza di centri abitati a prevalente destinazione residenziale, con attività commerciali-artigianali a supporto della più tipica occupazione agricola distribuita uniformemente in tutta la restante estensione comunale.

In zona si riscontrano le tipiche infrastrutture a rete presenti nei centri abitati di bassa collina.

Si ricorda infine la presenza del Centro sportivo di Vigolzone e dell'Asilo Nido rispettivamente in adiacenza o prossimità al perimetro orientale e meridionale dell'area oggetto d'intervento.



Legenda principali elementi cartografati in zona

Linee geomorf./antrop. (10K)


 orlo di terrazzo fluviale

Ambienti deposiz. e litologie (10K)


Limo - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)


 AES3 - Subsistema di Agazzano

 AES7a - Unità di Niviano

 a3 - Deposito di versante s.l.

 i2 - Conoide torrentizia inattiva

Limiti di unità geologiche (10K)

 limite di natura incerta

Unità geologiche (10K)


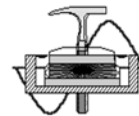
 CMZ - Sintema di Costamezzana

fig. 4.2.I – estratto carta geologica-geomorfologica RER



5.0. - INDAGINI GEOGNOSTICHE

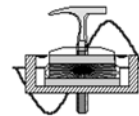
La presente relazione geologica ha per oggetto la definizione della successione litostratigrafica (con particolare riguardo alle condizioni idrogeologiche) ed una prima caratterizzazione geomeccanica del terreno sito in corrispondenza dell'area d'intervento.

Nell'ambito della progettazione, ai fini della rappresentazione litostratigrafica-sismica, sono state realizzate e/o analizzate le seguenti verifiche:

- n. 1 registrazione microtremori sismici HSRV (*vedasi risultanze in allegato 2 al presente elaborato*);
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche (*vedasi diagrammi in allegato 3 al presente elaborato*);
- n. 1 stratigrafia di pozzo (*vedasi allegato 4 al presente elaborato*).

Le indagini geognostiche, approntate dallo scrivente nell'ambito dell'area oggetto d'intervento, sono posizionate indicativamente come da planimetria in allegato 1 al presente elaborato.

Mentre il pozzo preso a riferimento, proveniente dalla “*Banca dati Geognostici del Servizio Geologico e Sismico RER*”, è ubicato come da fig. 5.3.I.



5.1. - Prospezioni sismiche con microtremori

Il paragrafo illustra e commenta le indagini sismiche (HVSr) eseguite ai fini della determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo e della categoria di suolo (rif. D.M. 17. 01. 2018).

Si precisa che sono state effettuate numerose registrazioni di durate diverse, delle quali si riporta nel presente paragrafo la maggiormente significativa ai fini dell'indagine.

Metodologia d'indagine

La misura a stazione singola del tremore sismico, attraverso l'analisi dei rapporti spettrali consente la determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo; mediante il processo di inversione le misure del microtremore consentono di stimare in maniera rapida il valore di Vs30.

La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). La prova è stata condotta utilizzando un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) in grado di registrare i microtremori lungo le direzioni X coincidente con l'Est topografico e Y coincidente con il Nord e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga. Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z). Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

Categoria di suolo

Per determinare il valore delle onde di taglio VS è stato eseguito un rilievo tromografico che ha permesso di determinare:

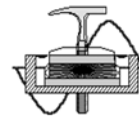
- La frequenza di risonanza caratteristica del sito
- Velocità media delle onde di taglio Vs.

Per la determinazione delle onde di taglio Vs è stata utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ottenuto attraverso il rilievo tromografico.

La relazione:

$$f(Hz) = \frac{V_s}{4H}$$

Correla la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S (Vs) con la profondità della base dello strato (H).



Elaborati d'indagine

Nome	vigolzone\tromografo\HVSR01.saf
Passo temporale	6.5ms
Numero di campioni	18600
Istante finale	120s
Numero di sotto-intervalli	1

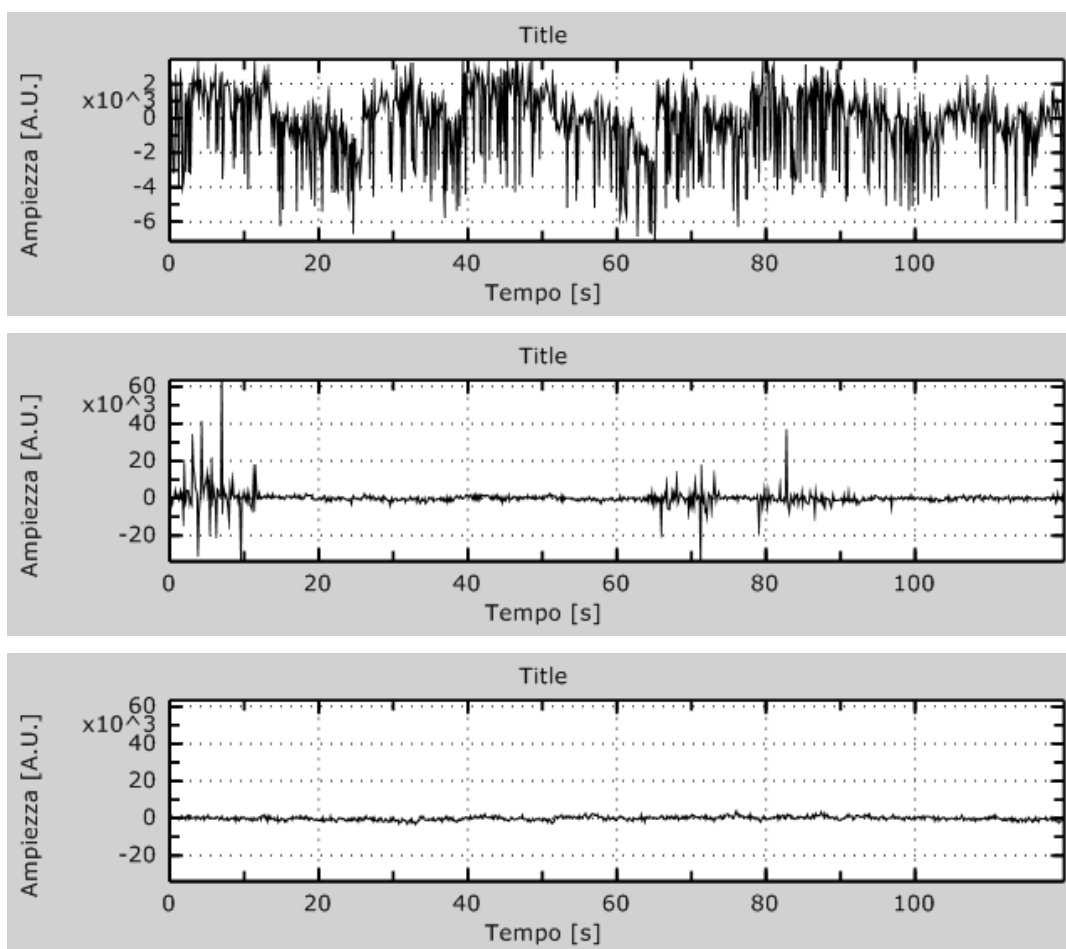


Figura. 5.1.I: Dati sperimentali in direzione Z (alto), N-S (centro) e E-W (basso).

Nota indicativamente la profondità di ogni livello stratigrafico, ottenuta attraverso l'elaborazione dei dati ricavati dai sondaggi e dai rilevamenti geologici in sito, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva numerica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata (vedasi fig. 5.1.II), per poi ricavare la V_s media per ogni singolo strato.

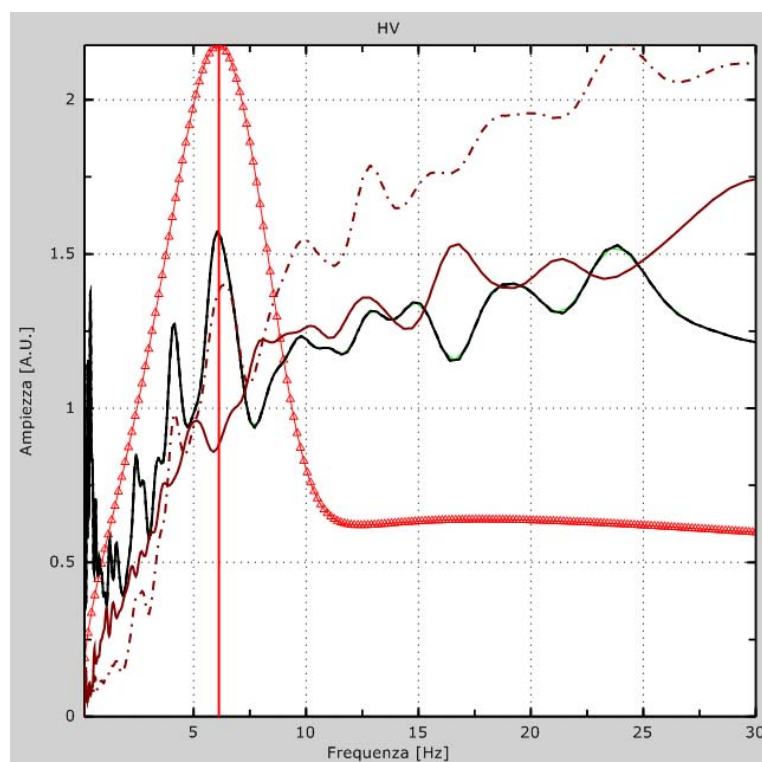
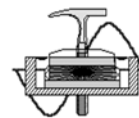


Figura 5.1.II: Curva HVSR; Curva H/V numerica (rosso); Curva H/V sperimentale (nero).

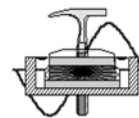
Finestra temporale	60 sec
Frequenza massima	30 Hz
Numero di campioni	200
Passo in frequenza	0.15 Hz

Analisi delle risultanze

I terreni in oggetto, nel punto di prova, saranno soggetti ad amplificazioni dovuti ad una particolare frequenza di risonanza del terreno in caso di sisma.

La frequenza in oggetto è stata individuata a **6,15 Hz** \pm 0,1 Hz. La velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri è pari a circa **346 m/s** (vedasi “grafico della velocità delle onde di taglio” in allegato 1).

Si precisa infine che, il dato delle Vs₃₀, ottenuto tramite la registrazione dei microtremori sismici, pur avendo un valore puramente indicativo, risulta conforme con le rilevazioni “geologiche” condotte nella zona oggetto di intervento ed in particolare: le geometrie dei luoghi rispecchiano chiaramente lo spessore delle coltri in gioco; inoltre, le risultanze delle prove penetrometriche confermano quanto ipotizzato dai rilievi di superficie.



5.2. – Prove penetrometriche dinamiche (DPM)

Al fine di ottenere utili informazioni tecniche destinate al corretto dimensionamento delle opere di fondazione, in ottemperanza alla normativa tecnica vigente, si è proceduto alla verifica delle reali caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame attraverso l'approntamento di n° 2 prove penetrometriche dinamiche ubicate come da planimetria in fig. 5.0.I.

L'attrezzatura usata consiste in un penetrometro dinamico LSCPT mod. DL030, le cui caratteristiche standard sono:

• peso massa battente	M (Kg)	30
• altezza di caduta	H (m)	0.20
• punta conica da 10 cmq diametro	Dp (mm)	35.7
• angolo apertura punta	β (°)	60
• passo infissione	δ (m)	0.10
• diametro aste da 1m di lunghezza	Da (mm)	20

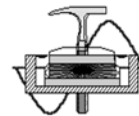
Il numero di colpi (Nc) rilevato ogni 10 cm d'infissione delle aste è perfettamente equiparabile al numero di colpi rilevabile ogni 30 cm di avanzamento nel corso di una prova con equipaggiamento standard SCPT o SPT.

Le prove penetrometriche hanno rilevato una sostanziale omogeneità litostratigrafica sull'intera area, costituita da una coltre superficiale limo argillo terrosa, avente complessivamente uno spessore pari a circa 90 cm, che ricopre depositi limo argillo sabbiosi, localmente frammisti a ghiaie, con alla base depositi ghiaiosi in matrice limo sabbiosa.

Alla data dell'indagine si è rilevata presenza di acqua nei fori dei sondaggi penetrometrici alla profondità di circa 6.00 metri (*30 Settembre 2025*).

Sono stati così distinti, procedendo dal piano campagna verso il limite inferiore d'indagine penetrometrica, i seguenti termini litologici:

Profondità (centimetri)	Descrizione	Spessore (metri)
da p.c. a -90	A ① - Suolo vegetato e coltre terrosa (si trascura);	0.90
da -90 a -600	B ① - Depositi limo argillo sabbiosi con inclusioni ghiaiose;	5.10
da -600	C ① - Depositi ghiaiosi in abbondante matrice limo sabbiosa	≥4.00



5.3 – Stratigrafia profonda da pozzo

Il pozzo preso a riferimento ed utilizzato per la definizione stratigrafica del territorio (*vedasi stratigrafie in allegato 4 al presente elaborato*) proviene dalla “Banca dati Geognostici del Servizio Geologico e Sismico RER”.

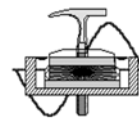
La Banca Dati Geognostica è stata realizzata con l'obiettivo prioritario di disporre di informazioni geologiche di sottosuolo ai fini della preparazione delle nuove Carte Geologiche di pianura in scala 1: 50.000, che la Regione Emilia-Romagna sta realizzando su incarico del Servizio Geologico Nazionale (Progetto CARG).

I dati derivano per la maggior parte da archivi di proprietà pubblica e privata, raccolti a supporto di indagini conoscitive di varia natura.

In figura 5.3.I si riporta l'ubicazione del pozzo preso a riferimento su base Carta Tecnica Regionale scala 1: 2.000.



Fig. 5.3.I – Ubicazione pozzo



6.0 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA DEL SOTTOSUOLO

Sulla scorta delle informazioni acquisite tramite le indagini in situ si è proceduto ad una caratterizzazione geomeccanica dei terreni siti in corrispondenza dell'area oggetto di analisi geognostica.

La definizione dalle indagini in situ dei parametri "geotecnici" è basata su rapporti empirici che utilizzano i valori N_{scpt} e N_{spt} per le prove penetrometriche dinamiche medie e pesanti. Allo scopo di ottenere una parametrizzazione litotecnica attendibile si è proceduto ad un'elaborazione statistica dei dati numerici dedotti delle prove penetrometriche maggiormente significative, ottenendo una serie di valori medi "cautelativi", riassunti nella seguente tabella 6.0.I.

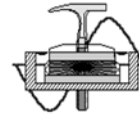
Inoltre, ai fini dell'affidabilità, per il calcolo dei singoli parametri associati a ciascuno dei livelli stratigrafici individuati, i risultati sono stati correlati con quelli derivanti dalle analisi di laboratorio effettuate su terreni simili a quelli presenti in loco.

Strato	A 1	B 1	C 1
Litologia prevalente	Coltre terrosa	Limi argillo sabbiosi	Ghiaie limo sabbiose
Spessore max rilevato	~0.90 m	~5.10 m	≥4.00 m
Peso di vol. naturale		$\gamma_{b1} \cong 1.85 \text{ T/mc}$	$\gamma_{c1} \cong 1.90 \text{ T/mc}$
Peso di vol. saturo		$\gamma'_{b1} \cong 2.05 \text{ T/mc}$	$\gamma'_{c1} \cong 2.05 \text{ T/mc}$
Grado di cons. AGI		mod. consistente	mod. addensato
Coesione non drenata		$C_u \cong 0.60 \text{ Kg/cmq}$	--
Densità relativa		--	60%
Angolo di attrito	Si trascura	$\theta' \cong 24^\circ$	$\theta \cong 35^\circ$
Modulo di Edometrico		$E_{ed} \cong 68 \text{ Kg/cmq}$	--
Modulo di Young		$E_y \cong 65 \text{ Kg/cmq}$	$E \cong 280 \text{ Kg/cmq}$
Modulo di Taglio		--	--
Modulo di Poisson		0,38	0,32
Modulo di reazione		$K_o \cong 1.60 \text{ Kg/cmc}$	$K_o \cong 3.65 \text{ Kg/cmc}$

6.0.I – tabella parametri geotecnici "medi"

Non avendo avuto disposizioni dal tecnico progettista di eseguire prove geotecniche di laboratorio (su campioni indisturbati di terreno), le suddette correlazioni hanno ovviamente validità orientativa.

Occorre precisare che i valori del Modulo di Winkler e dell'angolo di attrito, per lo strato a comportamento geomeccanico intermedio e/o prettamente coesivo (B1), essendo stati determinati unicamente attraverso correlazione di carattere bibliografico, risultano puramente indicativi.



7.0 - AZIONE SISMICA

7.1 - Categoria di suolo fondazionale

Per la definizione complessiva dell'azione sismica di progetto si deve considerare, oltre che la zonazione sismica, anche la tipologia del terreno di fondazione.

L'importanza della determinazione della funzione spettrale del sisma (Risposta Sismica locale) è dovuta al fatto che un deposito incoerente poggiante su un basamento rigido può modificare un impulso sismico determinando amplificazioni o attenuazioni di alcune delle componenti in esso contenute.

Il contributo della Pericolosità al Rischio per una struttura sottoposta ad uno stress sismico dipende infatti dall'intensità del terremoto che la colpisce, ma anche, e forse principalmente, dalle caratteristiche delle componenti a varie frequenze contenute nel segnale sismico, in particolare quello relativo alle onde S. Queste a loro volta possono subire amplificazioni differenziali che dipendono dalle caratteristiche meccaniche e geometriche del materiale che costituisce il sottosuolo del terreno di fondazione.

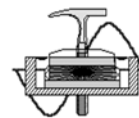
E' quindi necessaria, per valutare le modifiche dell'impulso sismico provocate dal terreno, una parametrizzazione geometrica, geolitologica e geosismica, del sottosuolo dell'area interessata ad una costruzione, che consenta una valutazione corretta della Pericolosità sismica del sito di costruzione.

Gli impulsi sismici provenienti da una sorgente distante varie decine di chilometri che giungono ad un basamento ricoperto da terreni sciolti posto nel sottosuolo di siti distanti fra loro solo qualche centinaio o migliaio di metri sono praticamente identici.

Essi si sono attenuati rispetto alla sorgente d'origine in dipendenza della distanza dalla sorgente stessa e, quindi, del percorso, che, comunque, è per tutti praticamente identico. Gli impulsi sismici registrati in superficie nei detti siti, invece, possono differire sostanzialmente a causa delle possibili diverse caratteristiche geosismiche dei depositi incoerenti che il raggio sismico attraversa nel suo ultimo tratto e che, come detto precedentemente, "modulano" in ampiezza e frequenza gli impulsi sismici.

Questo effetto, il cui spettro di ampiezza è detto Fattore di Amplificazione Dinamica (FAD), dipende dalle proprietà fisiche, dai parametri dinamici (Modulo di Taglio, G_{din} ; Coefficiente di smorzamento, D), caratteristici della particolare litologia dei depositi incoerenti e dalla loro geometria (spessore, profondità).

La Fase di indagini relative ai progetti esecutivi è quindi rivolta essenzialmente alla determinazione della Risposta Sismica di Sito in corrispondenza di una struttura edilizia esistente o in fieri e lo studio dovrà prevedere, in particolare, indagini di prospezioni geofisiche tese a determinare le caratteristiche sismiche del sottosuolo ed al fine di valutare l'eventualità di possibili fenomeni di amplificazione locale dell'intensità sismica, quale era stata prevista, in generale, dalle precedenti indagini di Microzonazione Sismica per lo Strumento Urbanistico Generale.



Le indagini da effettuarsi sono, quindi, prevalentemente finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati nei siti scelti, fino ad una profondità di 30 m dal piano di posa delle fondazioni, ed alla caratterizzazione sismica dei terreni presenti, intesa come determinazione in particolare della Velocità delle onde sismiche trasversali V_s dei singoli sismostrati, con calcolo della media pesata per i primi 30 metri (V_{s30}) ed attribuzione alla categoria di suolo di cui alla OPCM n.3274/03 con la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione.

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	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

La velocità media V_{s30} è definita dall'espressione:

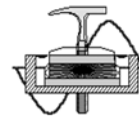
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove:

h_i = spessore (m.) della i -esima formazione o strato compreso nei primi 30 m di profondità;

V_i = velocità delle onde di taglio nella stessa formazione o strato;

n = numero di formazioni o strati compresi nei primi 30 m di profondità.



Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità e T_c è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,30}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

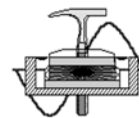
Quindi, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato al capo 7.11.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (vedasi Tabella 3.2.II).

Da ricerche di carattere bibliografico il suolo di fondazione risulta costituito principalmente da depositi di origine alluvionale.

La velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi trenta metri del sottosuolo, alla luce dei dati ricavati dalle indagini in sito, delle quali si riportano le risultanze nell'allegato 1 (rif. parag. 5.1. "Prospezioni sismiche con metodologia HVSR"), risulta pari a circa $V_{s30} \cong 346 \text{ m/s}$.

Il suolo di fondazione dell'area oggetto di variante è pertanto ascrivibile alla **categoria di sottosuolo tipo C**.

Quindi il coefficiente di amplificazione stratigrafica **S_s** risulta pari a **1.50**.



7.2 – Fattori di amplificazione topografica

Con riferimento alla *Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018*, per la determinazione dell'azione di progetto dovranno essere definiti i fattori di amplificazione topografica dell'azione sismica. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III delle sopraccitate norme tecniche):

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 $i > 30^\circ$

Le sopra esposte 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 30 metri.

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 delle sopraccitate norme tecniche, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

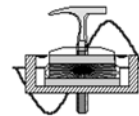
Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

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

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

L'area sulla quale verrà realizzato l'intervento edilizio si dispone lungo la porzione di pendice caratterizzata da una pendenza media nell'ordine dei 4° .

Quindi, per quanto concerne la "*determinazione dell'azione di progetto*" si dovrà fare specifico riferimento alla categoria topografica **T1**, nella quale il coefficiente **S_T** è pari a **1,00** (rif. tabella 3.2.IV delle NTC).



7.3 – Liquefazione dei terreni

Le norme per la verifica alla liquefazione dei terreni sono esplicitate nell'Euro Codice 8 "UNI-ENV 1998-5- 1998" al p.to 4.1.3 "*terreni potenzialmente liquefacibili*".

Per liquefazione si intende il fenomeno in base al quale un terreno incoerente (sabbia) di particolari caratteristiche, durante una sollecitazione sismica tende a comportarsi come un fluido, vale a dire perde la resistenza al taglio e può colare anche su pendenze molto modeste.

Il fenomeno dipende dal tipo di sedimenti, dal loro grado di compattazione, dalle pressioni iniziali agenti e soprattutto dal livello della falda acquifera (condizioni di saturazione).

I terreni maggiormente colpiti dalla liquefazione sono le piane alluvionali, le spiagge, i terrazzi e i depositi di estuario (Youd & Hoose, 1977-tesi).

In Italia, malgrado l'elevata pericolosità sismica, il fenomeno è molto limitato; ciò può essere dovuto al fatto che le aree più sismiche sono prevalentemente montuose, mentre i terreni potenzialmente liquefacibili sono situati nella Pianura Padana o lungo le coste.

Come vedremo in seguito, in riferimento ai parametri litostratigrafici-idrogeologici che caratterizzano l'area oggetto d'intervento, alla categoria sismica del territorio comunale e considerando le massime intensità microsismiche (magnitudo storica inferiore o pari a 6) osservate per un intorno significativo all'area d'intervento (rif. GNDT-ING-SSN – Servizio Sismico Nazionale), **non sussistono le condizioni perché si verifichino fenomeni di liquefazione** [rif. Metodo di Seed e Idriss modificato da Tokimatsu & Yoshimi (1983) e semplificato da GNDT-CNR].

Il metodo di Seed e Idriss è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume.

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$r_d = 1 - 0.015z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si veda la Tabella 1 dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui Seed H. B. e Idriss I. M (1982).

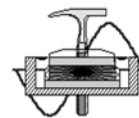


Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)
5.5	1.43
6.0	1.32
6.5	1.19
7.0	1.08
7.5	1.00
8.0	0.94
8.5	0.89

La resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolata in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico (Fig. 1) ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(N_{1.60}) = C_N \cdot N_m$$

dove:

N_m è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT;

C_N è un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

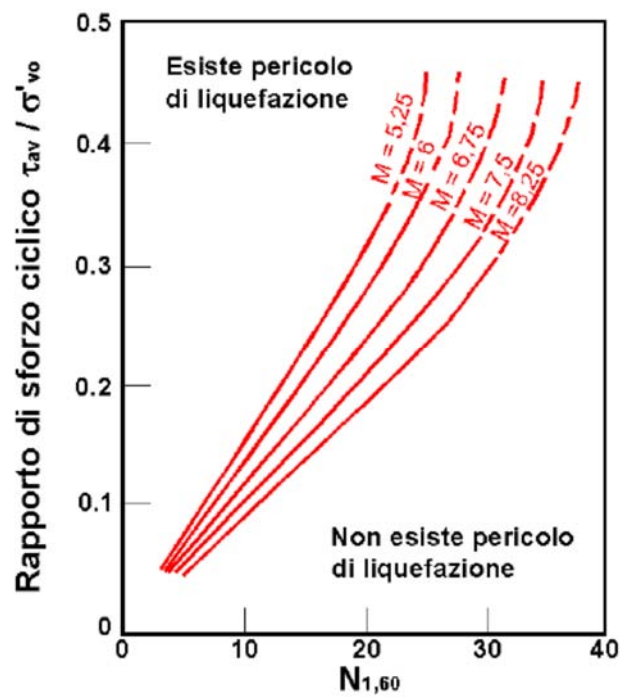
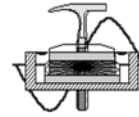
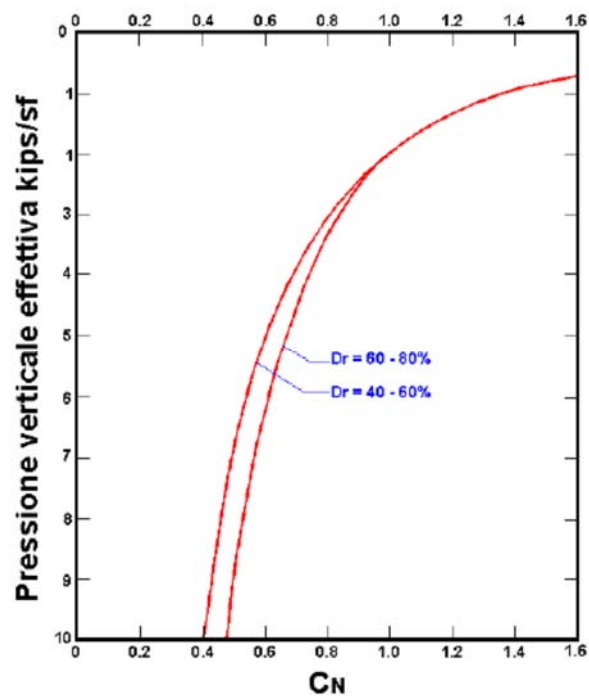
$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5}$$

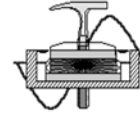
dove:

σ'_{v0} è la pressione verticale effettiva;

p_a la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di σ'_{v0} ;

n un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 2).

Figura 1 – Correlazione fra CSR e $N_{1,60}$.Figura 2 – Coefficiente correttivo C_N



E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

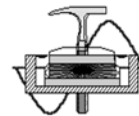
$$CRR \approx \frac{N_{1.60}}{90}$$

Si applica quindi la:

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

se $F_s > 1,3$ il deposito non è liquefacibile.

Nel caso specifico, in relazione alle condizioni idrogeologiche del territorio (profondità falda) e degli elementi geognostici in nostro possesso (parametri geotecnici del sedime fondazionale e litologie prettamente coesive), la **F_s è risultata sempre superiore o uguale a 2,40.**



7.4 – Modello sismico del sito

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale ag in condizioni di campo libero su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo A; NTC, § 3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, come definite nelle NTC nel periodo di riferimento VR.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i., infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i.).

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Parametri sismici

Sito in esame.

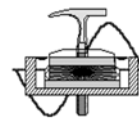
latitudine: 45,915 [°]

longitudine: 9,664 [°]

(Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50)

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

Vita nominale: 50 [anni]



Siti di riferimento

Sito 1	ID: 14708	Lat: 44,9219	Lon: 9,6087	Distanza: 4409,772
Sito 2	ID: 14709	Lat: 44,9242	Lon: 9,6791	Distanza: 1513,475
Sito 3	ID: 14931	Lat: 44,8742	Lon: 9,6823	Distanza: 4840,620
Sito 4	ID: 14930	Lat: 44,8720	Lon: 9,6119	Distanza: 6370,866

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente cu:	1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,036	g
Fo:	2,527	
Tc*:	0,210	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,044	g
Fo:	2,524	
Tc*:	0,235	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,103	g
Fo:	2,528	
Tc*:	0,290	[s]

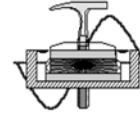
Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,132	g
Fo:	2,501	
Tc*:	0,298	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,760
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,005
Amax:	0,525
Beta:	0,200



SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,690
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,648
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,580
St: 1,000
Kh: 0,037
Kv: 0,019
Amax: 1,514
Beta: 0,240

SLC:

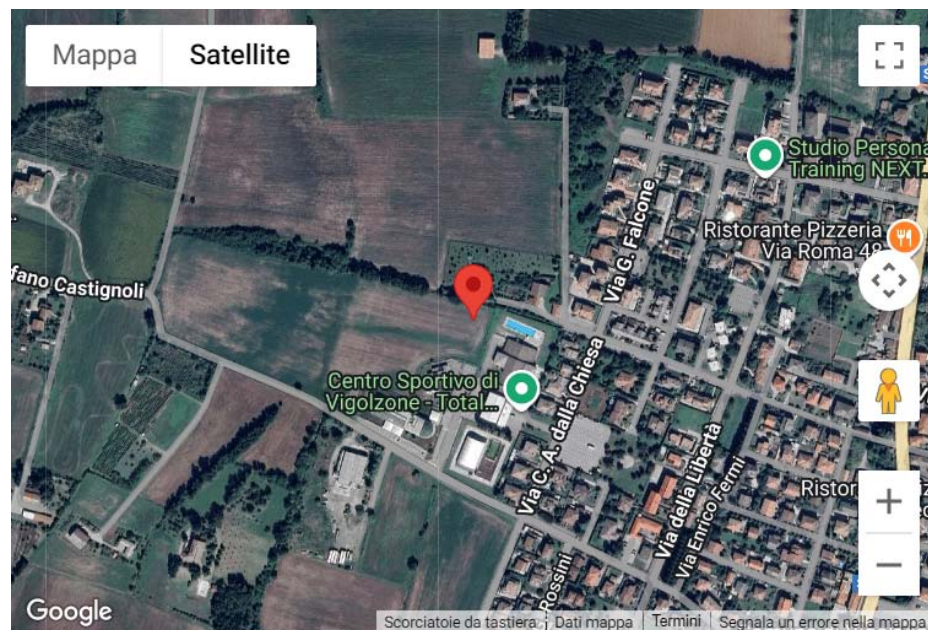
Ss: 1,500
Cc: 1,570
St: 1,000
Kh: 0,048
Kv: 0,024
Amax: 1,945
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84

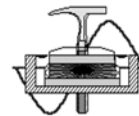
latitudine: 44.914857

longitudine: 9.662962



Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com



8.0 – PRESCRIZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO

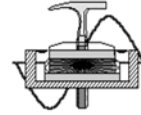
L'indagine si è resa necessaria in quanto sull'area in studio, sita in Comune di Vigolzone (vedasi fig. 3.0.I - *"Inquadramento corografico"*), è prevista la realizzazione di un centro diurno denominato *"IL SOLE D'INVERNO"* (il tutto come meglio visualizzato nelle tavole di progetto).

Sulla base delle considerazioni di cui ai paragrafi precedenti, si ritiene che l'opera prevista possa essere resa compatibile, dal punto di vista geologico-sismico, con l'assetto idrogeologico generale della zona.

La validità delle ipotesi geotecniche progettuali dovrà, in ogni caso, essere controllata in corso d'opera, considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progettazione, anche quelli ottenuti durante i lavori e adattando eventualmente l'opera alle diverse situazioni riscontrate. Inoltre, tutte le operazioni connesse con la realizzazione di quanto in progetto dovranno essere eseguite nel rispetto delle norme di sicurezza, tenendo in preminente considerazione, in ogni fase e circostanza, la generale stabilità dell'area e delle strutture esistenti.

Al fine di garantire l'integrità strutturale del fabbricato oggetto di costruzione, si raccomanda di osservare le seguenti prescrizioni di salvaguardia idrogeologica e di riduzione del rischio sismico:

- le opere fondazionali della nuova struttura dovranno essere locate escludendo la coltre superficiale "terrosa" (strato A0), fortemente compressibile e soggetta inoltre a fenomeni ciclici di essiccazione-ritiro/imbibizione-plasticizzazione, su di un livello "omogeneo" rilevabile al momento degli scavi; si consiglia una profondità di imposta della quota di fondazione pari a circa **1.00 m** dal piano campagna attuale (*previo risultanze verifiche dirette durante la fase di sbancamento*);
- limitare gli sbancamenti allo stretto necessario per l'alloggiamento delle opere di fondazione e di progetto, il materiale di risulta dovrà smaltito nei luoghi e con le modalità consentite dalla norma vigente;
- le operazioni di scavo e sbancamento dovranno essere di breve durata in quanto l'asportazione della copertura vegetale determina l'aumento delle infiltrazioni efficaci nel sottosuolo;
- durante i lavori evitare qualsiasi dispersione d'acqua nelle vicinanze della fondazione;
- in generale dovrà essere assicurata una efficace disciplina delle acque superficiali di origine meteorica di pertinenza dell'area edificata, volte a prevenire l'imbibizione delle coltri superficiali, provvedendo alla loro raccolta e convogliamento verso recapiti autorizzati;
- tutte le tubazioni interrate, a perfetta tenuta, dovranno sempre essere affogate in materiale drenante;
- garantire nel tempo la pulizia dei canali adiacenti l'area oggetto d'intervento;
- durante gli scavi fondazionali risulterà fondamentale osservare direttamente sia le successioni litostratigrafiche, che l'eventuale presenza di acqua, si prescrive pertanto, una volta avviata la fase di sbancamento, di prevedere un'assistenza geologica di supporto alla Direzione dei Lavori.



Concludendo, in ragione della bassa sismicità dell'ambito comunale (zona sismica 3) e di quelle che sono le condizioni morfologiche e litostratigrafiche dalla porzione di territorio in esame non si rilevano condizioni di "pericolosità geologica locale" tali da condizionare la realizzazione dell'intervento edilizio, o che comunque non potranno essere superate mediante interventi abitualmente messi in opera nella comune pratica di ingegneria civile.

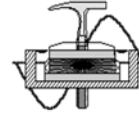
Nel dichiararci a disposizione per eventuali chiarimenti o rilevazioni che si rendessero necessarie, cogliamo l'occasione per porgere i più distinti saluti.

Piacenza: Ottobre 2025

IL GEOLOGO
Dott. Nicola Cavanna

Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com



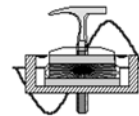
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Panoramica dell'area oggetto d'intervento edilizio ripresa da valle



Panoramica dell'area oggetto d'intervento edilizio ripresa dal perimetro settentrionale



Provincia di Piacenza

Comune di Vigolzone

ALLEGATO 1

UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE (SU BASE ORTOFOTO FORNITA DALLA COMMITENZA)

Scala grafica

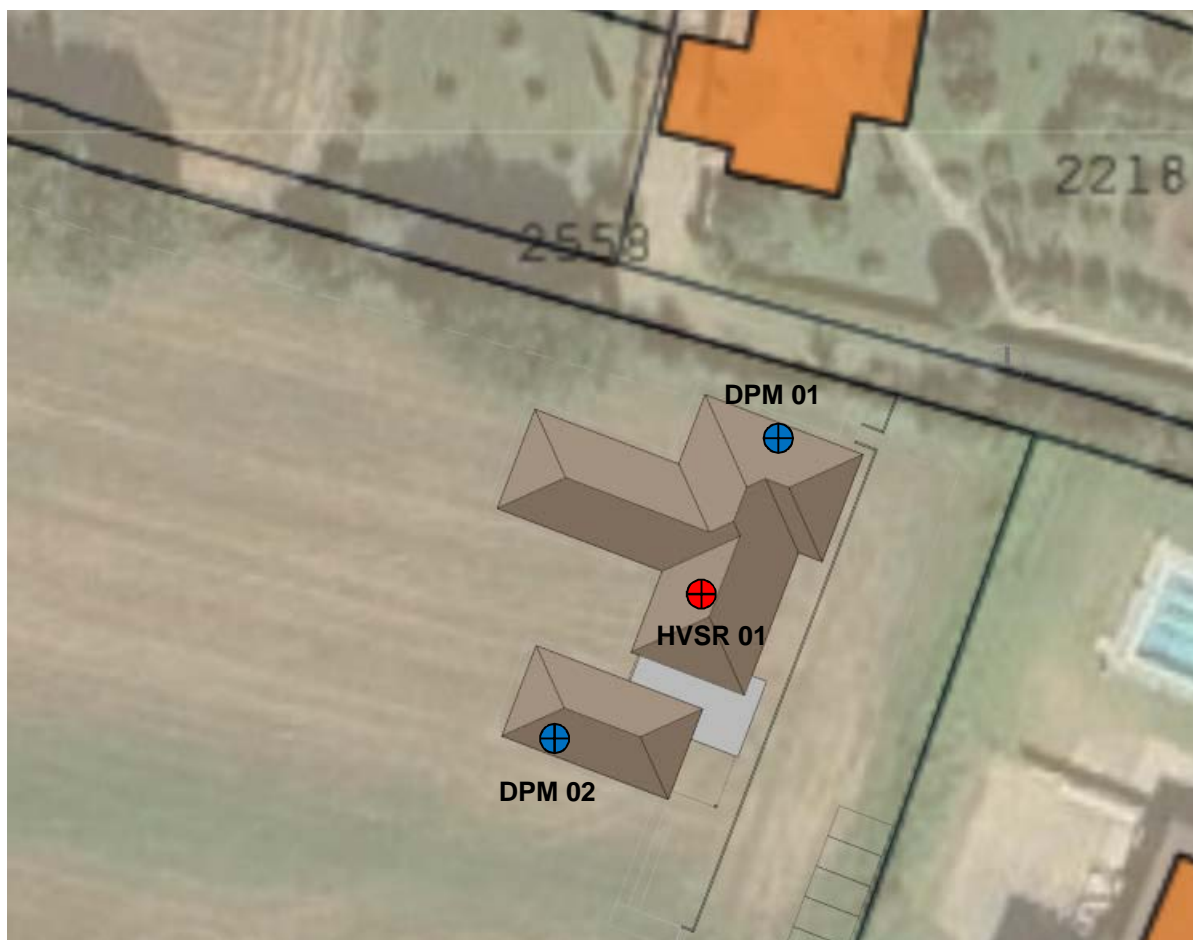
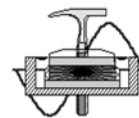
1 pagina

Committenza:

AMM.NE COMUNALE DI VIGOLZONE

Dott. Geol. Cavanna Nicola

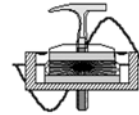
Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com



LEGENDA

 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPM)

 PROSPEZIONE SISMICA (HVSr)



Provincia di Piacenza

Comune di Vigolzone

ALLEGATO 2

PROSPEZIONE SISMICA (HVSR)



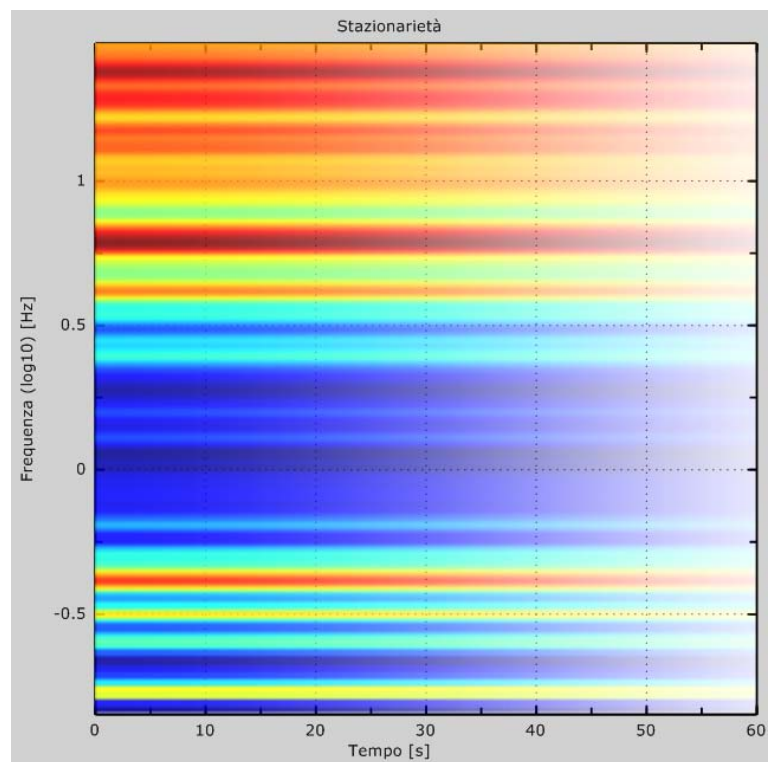
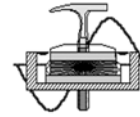
2 pagine

Committenza:

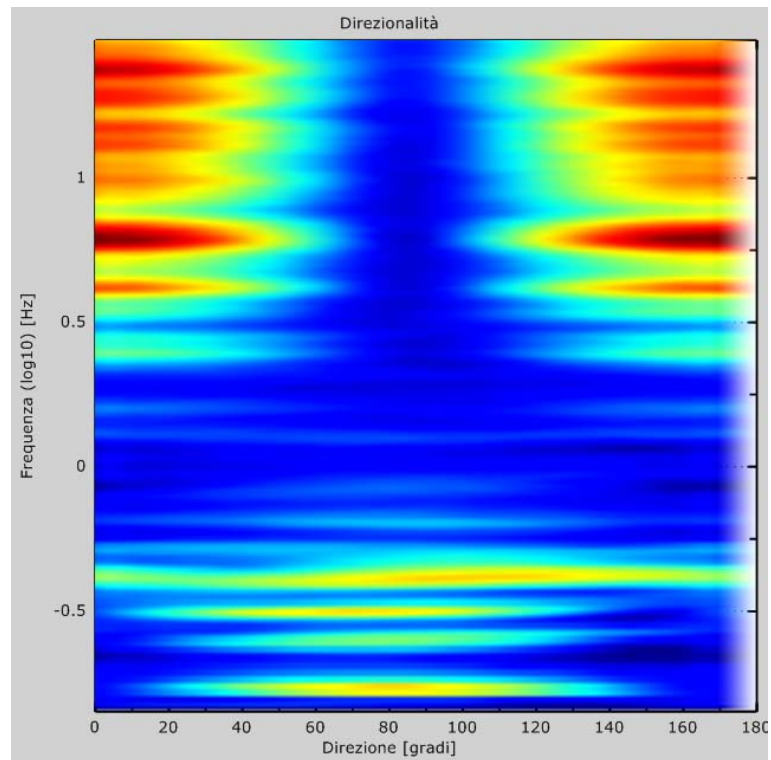
AMM.NE COMUNALE DI VIGOLZONE

Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com



Stazionarietà



Direzionalità

Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com

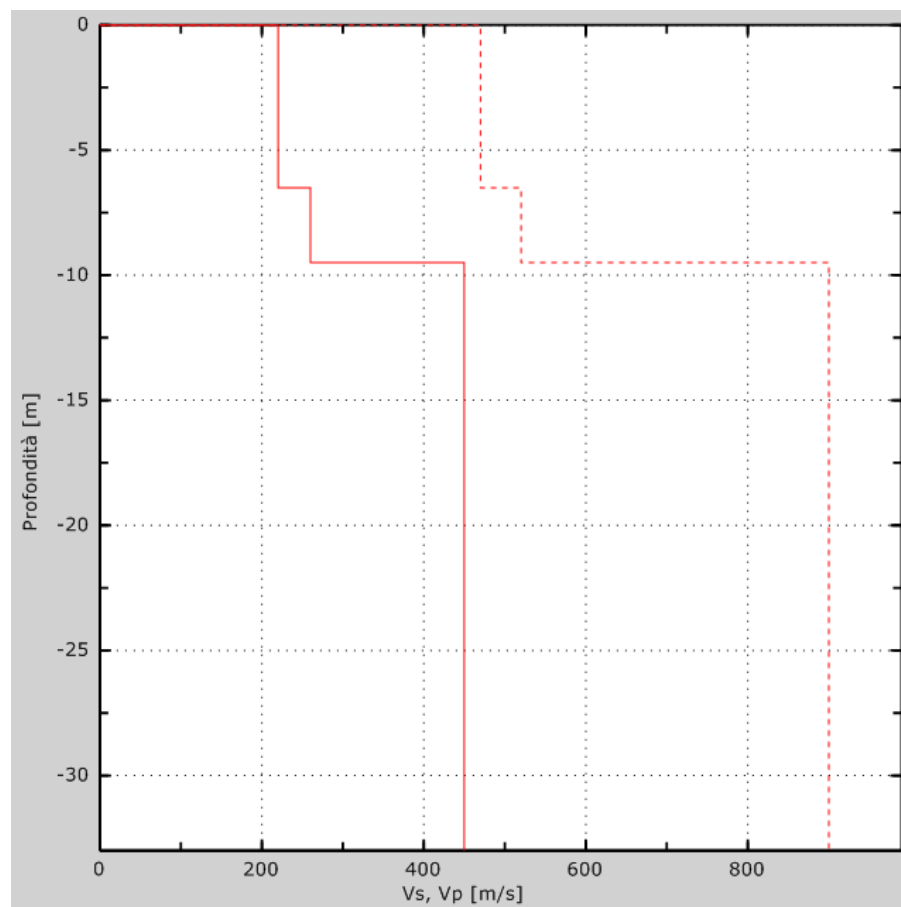
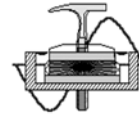
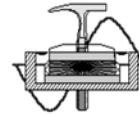


Grafico della velocità delle onde di taglio nell'area indagata

*La velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri risulta, pari a **346 m/s**, quindi in base all'attuale normativa il sito d'interesse presenta un suolo di fondazione di tipo "C";*



Provincia di Piacenza

Comune di Vigolzone

ALLEGATO 3

CERTIFICATI PENETROMETRICI



6 pagine

Committenza:

AMM.NE COMUNALE DI VIGOLZONE

Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data

30/09/2025

Profondità prova

6,60 mt

Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	6	0,857	19,42	22,67	0,97	1,13
0,20	9	0,855	29,06	34,00	1,45	1,70
0,30	12	0,853	38,65	45,33	1,93	2,27
0,40	16	0,801	48,40	60,44	2,42	3,02
0,50	20	0,799	60,36	75,55	3,02	3,78
0,60	17	0,797	51,18	64,22	2,56	3,21
0,70	18	0,795	54,07	68,00	2,70	3,40
0,80	17	0,793	50,95	64,22	2,55	3,21
0,90	17	0,792	48,39	61,14	2,42	3,06
1,00	9	0,840	27,18	32,37	1,36	1,62
1,10	15	0,788	42,51	53,95	2,13	2,70
1,20	15	0,786	42,42	53,95	2,12	2,70
1,30	12	0,835	36,02	43,16	1,80	2,16
1,40	8	0,833	23,96	28,77	1,20	1,44
1,50	11	0,831	32,88	39,56	1,64	1,98
1,60	11	0,830	32,82	39,56	1,64	1,98
1,70	11	0,828	32,75	39,56	1,64	1,98
1,80	9	0,826	26,75	32,37	1,34	1,62
1,90	11	0,825	31,13	37,75	1,56	1,89
2,00	11	0,823	31,08	37,75	1,55	1,89
2,10	10	0,822	28,20	34,32	1,41	1,72
2,20	11	0,820	30,96	37,75	1,55	1,89
2,30	9	0,819	25,28	30,89	1,26	1,54
2,40	14	0,767	36,86	48,05	1,84	2,40
2,50	8	0,816	22,39	27,45	1,12	1,37
2,60	8	0,814	22,35	27,45	1,12	1,37
2,70	7	0,813	19,53	24,02	0,98	1,20
2,80	6	0,811	16,71	20,59	0,84	1,03
2,90	11	0,810	29,24	36,10	1,46	1,80
3,00	9	0,809	23,88	29,54	1,19	1,48
3,10	7	0,807	18,55	22,97	0,93	1,15
3,20	6	0,806	15,87	19,69	0,79	0,98
3,30	7	0,805	18,49	22,97	0,92	1,15
3,40	8	0,803	21,09	26,25	1,05	1,31
3,50	6	0,802	15,79	19,69	0,79	0,98
3,60	8	0,801	21,03	26,25	1,05	1,31
3,70	6	0,800	15,74	19,69	0,79	0,98
3,80	6	0,798	15,72	19,69	0,79	0,98
3,90	7	0,797	17,55	22,01	0,88	1,10
4,00	7	0,796	17,52	22,01	0,88	1,10
4,10	7	0,795	17,49	22,01	0,87	1,10
4,20	7	0,794	17,47	22,01	0,87	1,10
4,30	6	0,793	14,95	18,86	0,75	0,94
4,40	7	0,791	17,42	22,01	0,87	1,10
4,50	7	0,790	17,39	22,01	0,87	1,10
4,60	11	0,789	27,30	34,59	1,36	1,73
4,70	9	0,788	22,30	28,30	1,12	1,41
4,80	6	0,787	14,85	18,86	0,74	0,94

4,90	6	0,786	14,23	18,11	0,71	0,91
5,00	8	0,785	18,95	24,14	0,95	1,21
5,10	7	0,784	16,56	21,12	0,83	1,06
5,20	4	0,783	9,45	12,07	0,47	0,60
5,30	8	0,782	18,88	24,14	0,94	1,21
5,40	9	0,781	21,21	27,16	1,06	1,36
5,50	10	0,780	23,54	30,18	1,18	1,51
5,60	6	0,779	14,11	18,11	0,71	0,91
5,70	3	0,778	7,04	9,05	0,35	0,45
5,80	3	0,777	7,04	9,05	0,35	0,45
5,90	7	0,776	15,77	20,31	0,79	1,02
6,00	27	0,675	52,91	78,32	2,65	3,92
6,10	31	0,625	56,17	89,93	2,81	4,50
6,20	33	0,624	59,71	95,73	2,99	4,79
6,30	36	0,623	65,05	104,43	3,25	5,22
6,40	38	0,622	68,57	110,23	3,43	5,51
6,50	40	0,571	66,28	116,04	3,31	5,80
6,60	40	0,570	66,18	116,04	3,31	5,80

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data

30/09/2025

Profondità prova

6,70 mt

Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	6	0,857	19,42	22,67	0,97	1,13
0,20	8	0,855	25,83	30,22	1,29	1,51
0,30	8	0,853	25,77	30,22	1,29	1,51
0,40	12	0,851	38,57	45,33	1,93	2,27
0,50	25	0,749	70,72	94,44	3,54	4,72
0,60	30	0,747	84,66	113,33	4,23	5,67
0,70	16	0,795	48,06	60,44	2,40	3,02
0,80	12	0,843	38,23	45,33	1,91	2,27
0,90	11	0,842	33,29	39,56	1,66	1,98
1,00	8	0,840	24,16	28,77	1,21	1,44
1,10	8	0,838	24,11	28,77	1,21	1,44
1,20	12	0,836	36,09	43,16	1,80	2,16
1,30	13	0,785	36,68	46,75	1,83	2,34
1,40	19	0,783	53,49	68,33	2,67	3,42
1,50	14	0,781	39,33	50,35	1,97	2,52
1,60	11	0,830	32,82	39,56	1,64	1,98
1,70	9	0,828	26,80	32,37	1,34	1,62
1,80	9	0,826	26,75	32,37	1,34	1,62
1,90	11	0,825	31,13	37,75	1,56	1,89
2,00	9	0,823	25,43	30,89	1,27	1,54
2,10	9	0,822	25,38	30,89	1,27	1,54
2,20	8	0,820	22,52	27,45	1,13	1,37
2,30	11	0,819	30,90	37,75	1,55	1,89
2,40	12	0,817	33,65	41,18	1,68	2,06
2,50	9	0,816	25,19	30,89	1,26	1,54
2,60	10	0,814	27,94	34,32	1,40	1,72
2,70	8	0,813	22,32	27,45	1,12	1,37
2,80	18	0,761	47,04	61,77	2,35	3,09
2,90	10	0,810	26,58	32,82	1,33	1,64
3,00	9	0,809	23,88	29,54	1,19	1,48
3,10	11	0,807	29,14	36,10	1,46	1,80
3,20	5	0,806	13,23	16,41	0,66	0,82
3,30	5	0,805	13,20	16,41	0,66	0,82
3,40	5	0,803	13,18	16,41	0,66	0,82
3,50	6	0,802	15,79	19,69	0,79	0,98
3,60	5	0,801	13,14	16,41	0,66	0,82
3,70	7	0,800	18,37	22,97	0,92	1,15
3,80	7	0,798	18,34	22,97	0,92	1,15
3,90	6	0,797	15,04	18,86	0,75	0,94
4,00	7	0,796	17,52	22,01	0,88	1,10
4,10	6	0,795	14,99	18,86	0,75	0,94
4,20	7	0,794	17,47	22,01	0,87	1,10
4,30	5	0,793	12,46	15,72	0,62	0,79
4,40	6	0,791	14,93	18,86	0,75	0,94
4,50	7	0,790	17,39	22,01	0,87	1,10
4,60	8	0,789	19,85	25,15	0,99	1,26
4,70	9	0,788	22,30	28,30	1,12	1,41
4,80	9	0,787	22,27	28,30	1,11	1,41

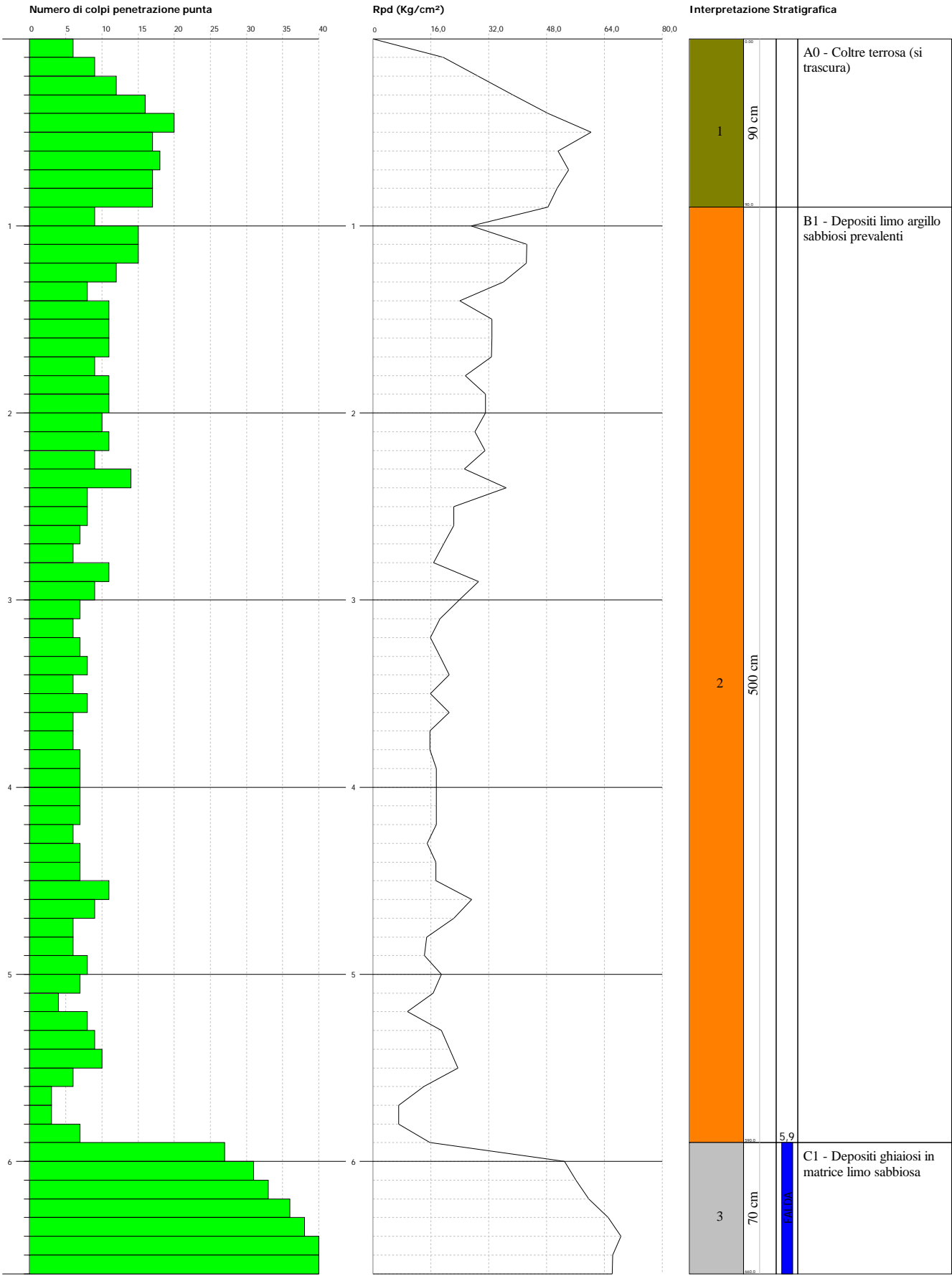
4,90	7	0,786	16,60	21,12	0,83	1,06
5,00	7	0,785	16,58	21,12	0,83	1,06
5,10	7	0,784	16,56	21,12	0,83	1,06
5,20	6	0,783	14,18	18,11	0,71	0,91
5,30	7	0,782	16,52	21,12	0,83	1,06
5,40	8	0,781	18,85	24,14	0,94	1,21
5,50	10	0,780	23,54	30,18	1,18	1,51
5,60	7	0,779	16,46	21,12	0,82	1,06
5,70	6	0,778	14,09	18,11	0,70	0,91
5,80	7	0,777	16,42	21,12	0,82	1,06
5,90	4	0,776	9,01	11,60	0,45	0,58
6,00	4	0,775	9,00	11,60	0,45	0,58
6,10	12	0,775	26,96	34,81	1,35	1,74
6,20	13	0,724	27,29	37,71	1,36	1,89
6,30	28	0,673	54,65	81,22	2,73	4,06
6,40	30	0,672	58,48	87,03	2,92	4,35
6,50	35	0,621	63,07	101,53	3,15	5,08
6,60	40	0,570	66,18	116,04	3,31	5,80
6,70	40	0,570	66,09	116,04	3,30	5,80

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

Committente: Amm.ne Comunale di Vigolzone
Cantiere: Nuovo centro diurno
Località: Vigolzone (PC)

Data: 30/09/2025

Scala 1:29

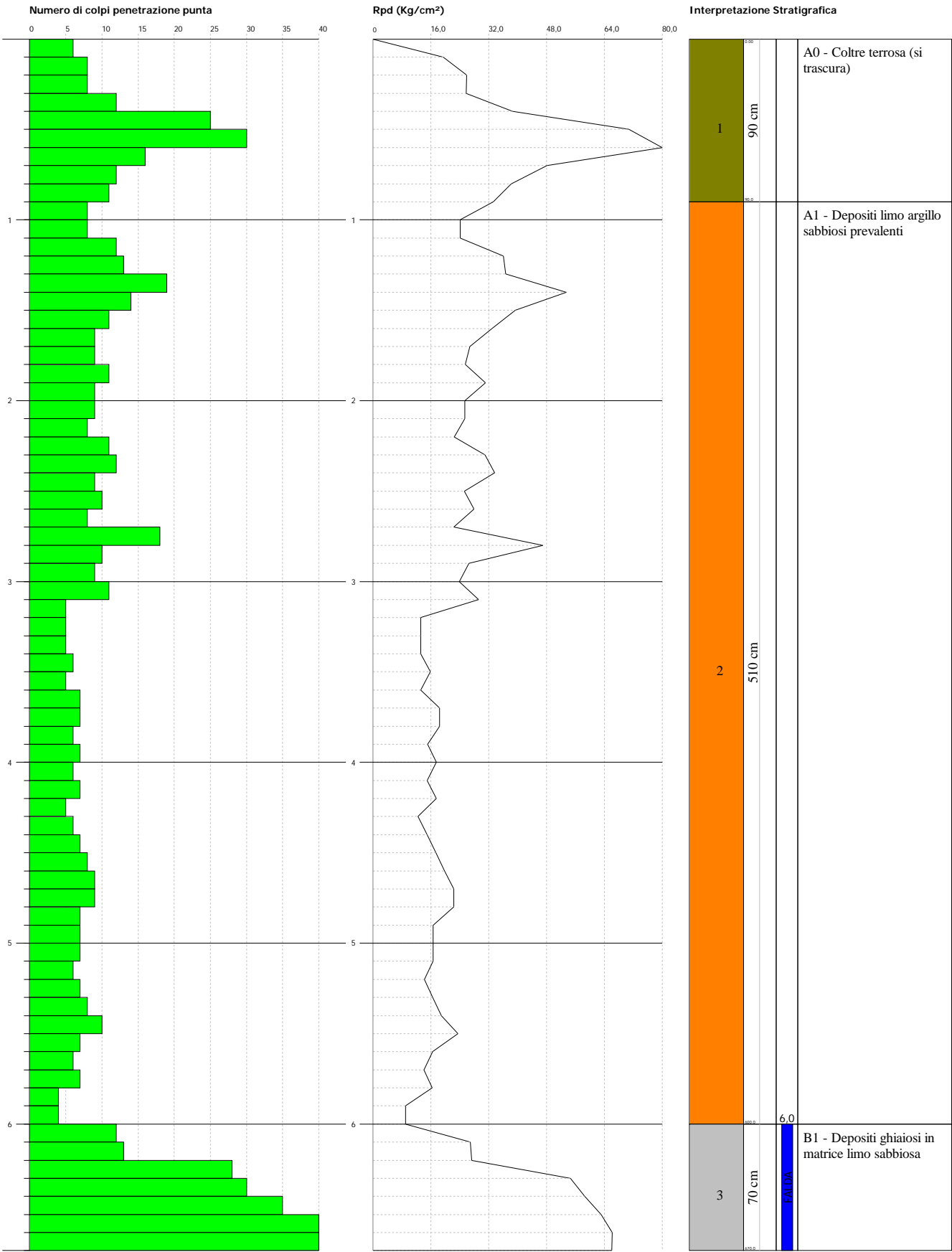


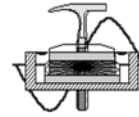
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: Amm.ne Comunale di Vigolzone
Cantiere: Nuovo centro diurno
Località: Vigolzone (PC)

Data: 30/09/2025

Scala 1:30





Provincia di Piacenza

Comune di Vigolzone

ALLEGATO 4

CERTIFICATI STRATIGRAFICI POZZI



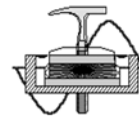
1 pagina

Committenza:

AMM.NE COMUNALE DI VIGOLZONE

Dott. Geol. Cavanna Nicola

Via Degani, 9a – 29121 PIACENZA - Tel.: 0523/305674 - Fax.: 0523/317301
e-mail: cavannageologo@gmail.com

**STRATIGRAFIA**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	8,00	8,00		LIMO ARGILLOSO
2	8,00	12,00	4,00		GHIAIA
3	12,00	31,00	19,00		CONGLOMERATO
4	31,00	45,00	14,00		ARGILLA
5	45,00	52,00	7,00		GHIAIA
6	52,00	59,00	7,00		ARGILLA
7	59,00	68,00	9,00		GHIAIA
8	68,00	78,00	10,00		CONGLOMERATO
9	78,00	80,00	2,00		ARGILLA

ISPRA - Copyright 2018