

Comune di SUSEGANA

OGGETTO

Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE)
Opera pubblica in variante per intervento di demolizione e ricostruzione di un nuovo centro diurno per persone con disabilità (CEOD), opere esterne pertinenziali e nuovo parcheggio pubblico presso via Pasubio loc. Ponte della Priula, Comune di Susegana (TV).
Convenzione integrativa relativa ai rapporti conseguenti alla attuazione del Piano Urbanistico Attuativo denominato "IperLando", sottoscritta tra Lando S.p.a. e il Comune di Susegana

COMMITTENTE



Comune di Susegana

Piazza Martiri della Libertà, 11
31058, Susegana (TV)

GRUPPO DI
PROGETTAZIONE



d-recta srl

via Villa Liccer 14
31020 San Fior (TV) - Italia
t. 0438.1710037 - f. 0438.1710109
info@d-recta.it - www.d-recta.it

PROGETTO E COORDINAMENTO

Arch. Marco Pagani

DIRETTORE TECNICO

Arch. Dino De Zan

COLLABORATORI

Arch. Andrea Stocco
Arch. Annalisa Possamai
Dott.ssa Salima Sartayeva



Evo Engineering srl

Corte di San Francesco, 4
31053 Pieve di Soligo (TV) - Italia
t. 0438.842379
info@evoing.it

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

P.I. Mirco Bovo
ing. Massimo Nadal

RELAZIONE GEOLOGICA

Geol. Simone Barbieri
Geol. Filippo Torresan

ACUSTICA

Dott. Bruno Zorzi



Studio GEO 4

via Roma, 1
31012 Cappella Maggiore (TV) - Italia
tel. e fax +39 0438 580073 - www.stageo4.it
info@stageo4.it

PROGETTO STRUTTURALE

Arch. Massimo Coan

COORDINATORE SICUREZZA

Arch. Lara Pagani

ELABORATO

DOCUMENTI SPECIALISTICI

Relazione geologica con elementi geotecnici e sismica

scala

-

codice

DR2025001SPR00GE000

A10

EMISSIONE

rev	data	descrizione	redatto	controllato
00	03/10/2025	Prima emissione	SB-FT	SB-FT



Il presente documento è di proprietà di d-recta srl. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

certificato norma UNI EN ISO 9001:2015 n. 17180-I
certificato norma UNI ISO 45001:2018 n. 17180-I

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3. INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	9
5. INDAGINI IN SITO	15
6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE	16
7. MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE	17
7.1 Definizione coefficiente di permeabilità.....	19
8. MODELLO GEOTECNICO LOCALE	20
9. MODELLO SISMICO LOCALE	22
9.1 Analisi studio Microzonazione Sismica Comune di Susegana	22
9.2 Modello sismico locale	24
9.2.1 Frequenza di risonanza di sito	24
9.2.2 Frequenza di risonanza di sito	25
9.2.3 Ricostruzione sismo-stratigrafica (Vs).....	26
9.2.4 Categoria di sottosuolo	26
9.2.5 Categoria topografica.....	28
9.3 Azione sismica locale	28
9.4 Verifica a liquefazione	29
10. STRUTTURE DI FONDAZIONE	34
10.1 Premessa	34
10.2 Calcolo di portanza e cedimenti	34
10.3 Conclusioni.....	40
11. BIBLIOGRAFIA	42
12. SITOGRAFIA	42
13. CARTOGRAFIA	42
14. ALLEGATI.....	42

1. PREMESSA

Per conto del **Comune di Susegana** è stata redatta la presente relazione geologica con elementi geotecnici e sismica a corredo del progetto denominato **“Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) Opera pubblica in variante per intervento di demolizione e ricostruzione di un nuovo centro diurno per persone con disabilità (CEOD), opere esterne pertinenziali e nuovo parcheggio pubblico presso via Pasubio loc. Ponte della Priula, Comune di Susegana (TV). Convenzione integrativa relativa ai rapporti conseguenti alla attuazione del Piano Urbanistico Attuativo denominato "IperLando", sottoscritta tra Lando S.p.a. e il Comune di Susegana”**. L'area oggetto di studio è situata nei pressi di Via Pasubio – Via Munizioni – Via Mercatelli nel Comune di Susegana, in Provincia di Treviso (Figura 1).

La presente relazione geologica con elementi geotecnici e sismica ha come obiettivo principale la valutazione delle interazioni tra le azioni di progetto e l'ambiente geologico locale. Nello specifico, gli studi e le indagini eseguite presso il sito in esame sono stati effettuati al fine di:

- Verificare la situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica generale dell'area;
- Analizzare le problematiche geologico tecniche del sito in esame;
- Illustrare e caratterizzare il livello di pericolosità geologica del sito;
- Definire il modello geologico-tecnico del sottosuolo;
- Determinare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione;
- Evidenziare gli accorgimenti da adottare nella progettazione in relazione alle problematiche geologiche ed idrogeologiche del territorio;
- Fornire al progettista i parametri tecnici necessari per la progettazione geotecnica al fine di effettuare la corretta scelta e dimensionamento delle fondazioni.

Le indagini geologiche e geotecniche eseguite presso il sito in esame sono state effettuate in ottemperanza alla normativa vigente in materia, la quale è rappresentata da:

- **Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le Costruzioni»;**
- **Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;**

Lo studio si è articolato nei seguenti punti:

- Analisi degli elaborati progettuali preliminari;
- Acquisizione ed esame critico della bibliografia esistente;
- Indagine geognostica in sito;

- Indagine geofisica in sito;
- Elaborazione e interpretazione dei dati;
- Valutazione di compatibilità geologica e geotecnica dell'intervento;
- Sintesi e prescrizioni per le opere.

Per la stesura della presente relazione tecnica, oltre a riferimenti di archivio e bibliografici, sono state utilizzate le verifiche sperimentali effettuate in data 03 aprile 2025. Nello specifico, presso l'area in esame sono state eseguite:

- **n° 5 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)**, spinte fino alla profondità massima di 2,40 metri dal piano campagna locale, coincidente con il raggiungimento del rifiuto strumentale, per la caratterizzazione geologico-geotecnica del terreno;
- **n° 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture e per determinare la categoria di suolo di fondazione.
- **n° 1 misura sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppata con n° 16 geofoni, disposti ad interdistanza tra ognuno di mt. 2; Essa risulta propedeutica per la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo e per l'assegnazione della Categoria del sottosuolo di fondazione (Vs,30) come espressamente richiesto dalla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17/01/2018);
- **n° 2 Prove di permeabilità in foro di sondaggio (K)**, al fine di valutare le caratteristiche idrauliche dei terreni investigati;

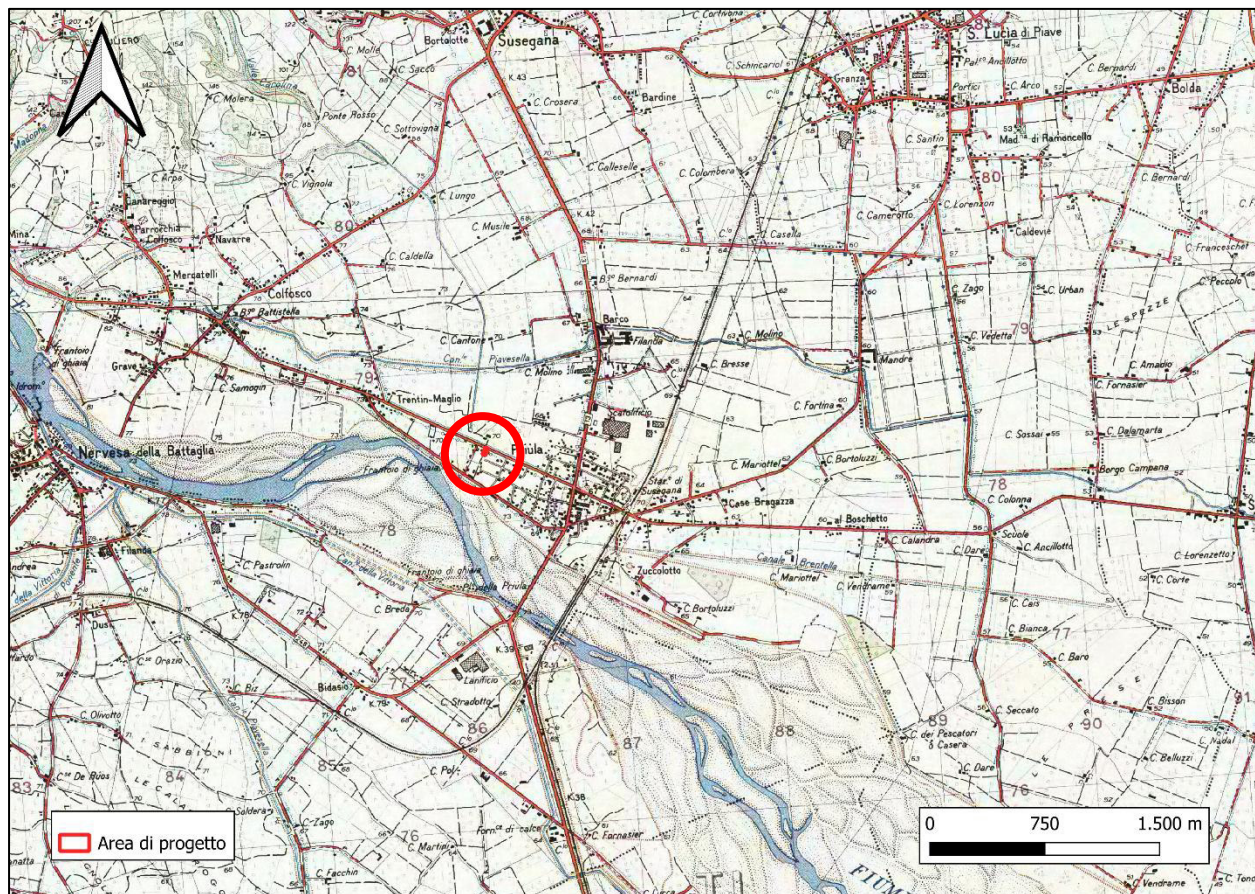


Figura 1. Estratto da Tavoleta IGM alla scala 1: 25.000 Foglio n°38 Quadrante II Orientamento NO “Spresiano”. Il poligono al centro del cerchio rosso indica l’area in studio.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in esame è localizzato nel settore meridionale del Comune di Susegana, nei pressi di Via Pasubio – Via Munizioni – Via Mercatelli, in Provincia di Treviso (Figura 2).

Esso si colloca a sud dei rilievi collinari del Trevigiano e ad est del rilievo collinare del Montello (Figura 3). Le quote del piano campagna si attestano su valori di circa 71 m s.l.m.

Per quanto concerne la rete idrica superficiale, l'elemento principale è rappresentato dal Fiume Piave il quale scorre a circa 200 m in direzione ovest-sudovest. A nord si identifica il corso secondario denominato Canale Piavesella (Figura 4).

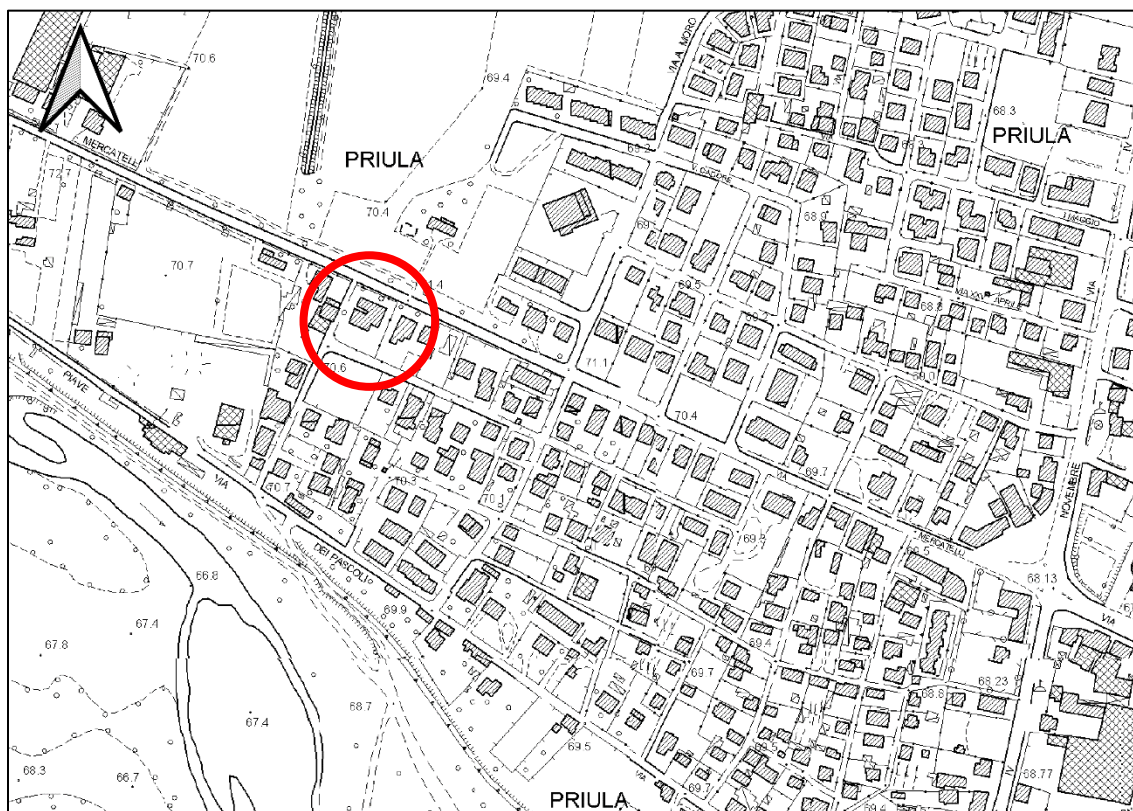




Figura 3. Immagine ottenuta da QGIS mediante servizio QMS “Google.cn Satellites”. Il poligono rosso indica l’area in studio.

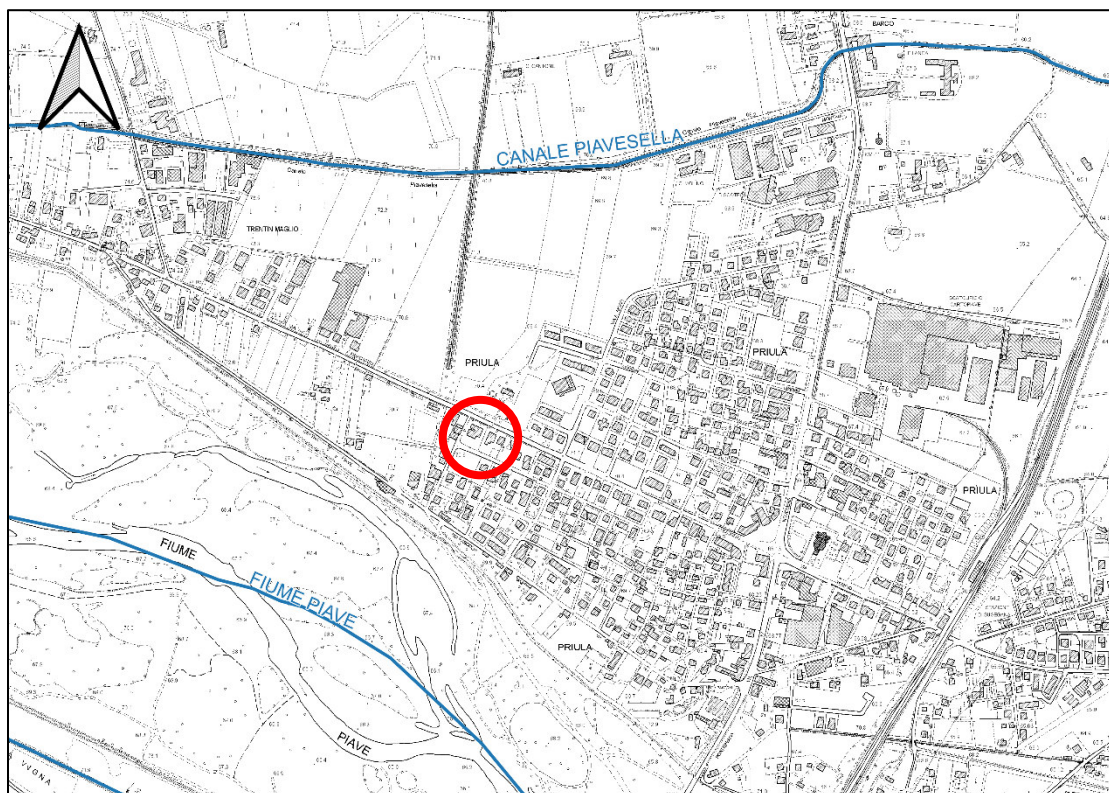


Figura 4. Rete Idrografica superficiale nei pressi del sito in esame. Dato ottenuto da Geoportale Regione del Veneto (<https://idt2.regione.veneto.it/>). Il poligono rosso indica l’area in studio.

3. INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO

Al fine di valutare le condizioni idrauliche e geologiche del territorio in esame, per quanto riguarda la pericolosità idraulica e geologica, sono state analizzate le informazioni contenute nei seguenti strumenti di pianificazione territoriale:

- *Carta delle Fragilità, Tavola 3 alla scala 1:10.000 del Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Susegana*, adottato con Delibera del Consiglio Comunale n. 12 del 20 marzo 2012, ratificato con Deliberazione di Giunta Provinciale n. 139 del 20/04/2015 e divenuto efficace dal 31/05/2015 (Figura 5);
- *Carta delle Fragilità, Tavola 2-1-B alla scala 1:50.000 del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Treviso*, approvato con D.G.R. n° 1137 del 23 marzo 2010 (Figura 6);
- *Carta della Pericolosità Idraulica, Riquadro Y25 del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)*, adottato dalla Conferenza Istituzionale Permanente del 21 dicembre 2021 e con avviso di adozione pubblicato in G.U. n. 29 del 4 febbraio 2022 (Figura 7).

Dall'analisi congiunta di tali elaborati si evince che il sito oggetto di valutazione si colloca in un contesto di area idonea a condizione, in termini di compatibilità geologica ai fini urbanistici, di tipo B.

Il sito oggetto di studio si colloca in corrispondenza di area non interessata da pericolosità idraulica e/o geologica.

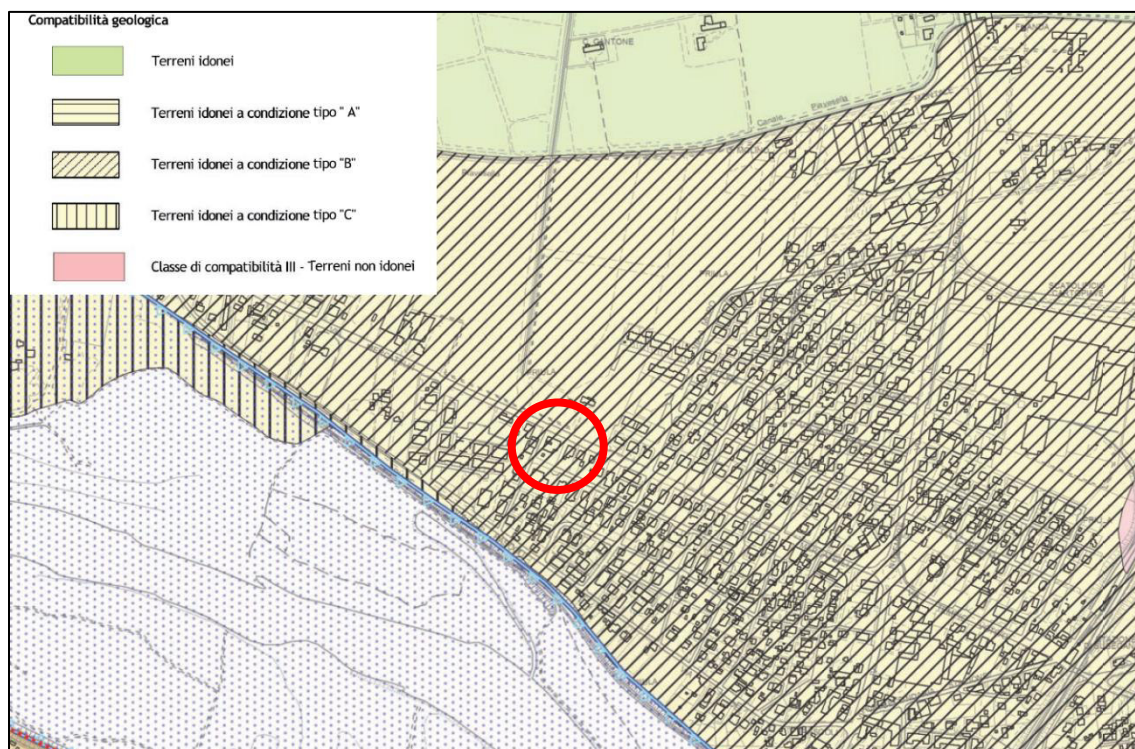


Figura 5. Estratto da Carta delle Fragilità del Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Susegana. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

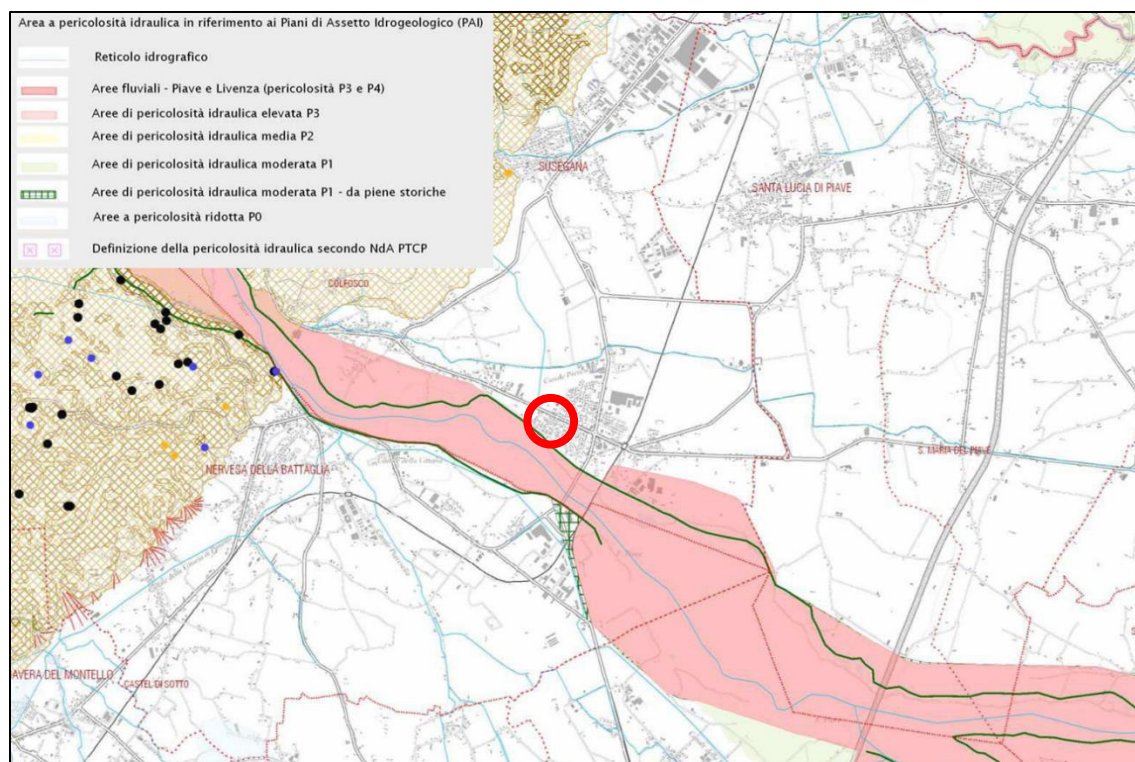


Figura 6. Estratto da Carta delle Fragilità del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Treviso. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

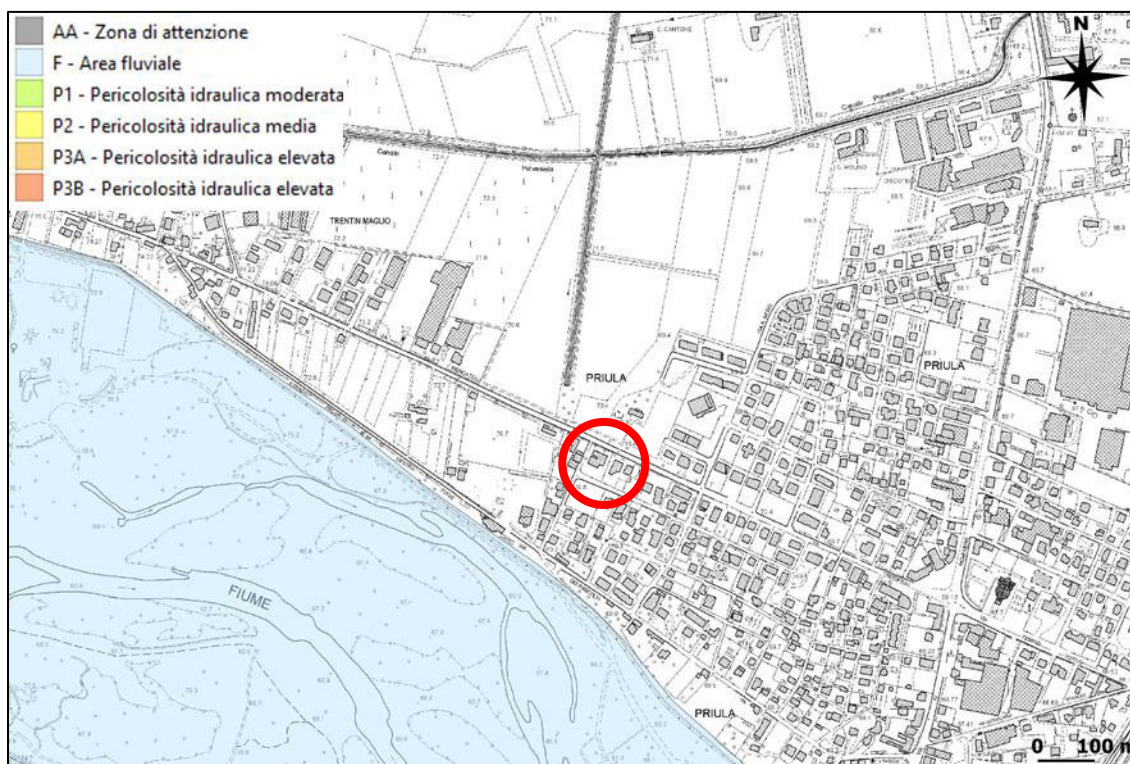


Figura 7. Estratto da Carta della Pericolosità Idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA). Il cerchio rosso indica l'area in studio.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il sito oggetto del presente studio si colloca a sud dei rilievi collinari del Trevigiano, in corrispondenza del settore dell'alta pianura Veneta. Nello specifico le aree di indagine si inseriscono nel settore apicale del conoide deposizionale del Fiume Piave in corrispondenza del *megafan di Nervesa* in contatto con i *conoidei dei fiumi Monticano, Cervada e Meschio*, e degli scaricatori glaciali di Vittorio Veneto (Figura 8).

In questo settore il conoide del Piave presenta una superficie che evidenzia una limitata inclinazione verso S, SSW e SSE e con pendenze della superficie topografica modeste, in genere tra 0,4 e 0,7 %, arrivando al massimo al 2%.

Per quanto riguarda le dinamiche che hanno portato alla formazione del settore di pianura del territorio comunale di Susegana, un ruolo predominante è stato sicuramente ricoperto dagli effetti delle correnti alluvionali dei principali corsi d'acqua, in primis il Piave ed a seguire i torrenti Rujo e Crevada, oltre ad altri corsi minori durante gli ultimi episodi di glaciazione del Quaternario. Con l'esaurimento dei fenomeni legati allo scioglimento dei ghiacciai i corsi d'acqua hanno invertito la tendenza, via via affievolendo la loro capacità deposizionale a favore del processo di erosione ed approfondimento avvenuto a spese dei loro stessi depositi, il tutto condizionato anche dalle variazioni dei livelli di base nonché dalle dinamiche tettoniche. Tutto questo è praticamente cessato quando progressivamente il fiume Piave si è profondamente incassato nella pianura a nord del Montello (Quartier del Piave).

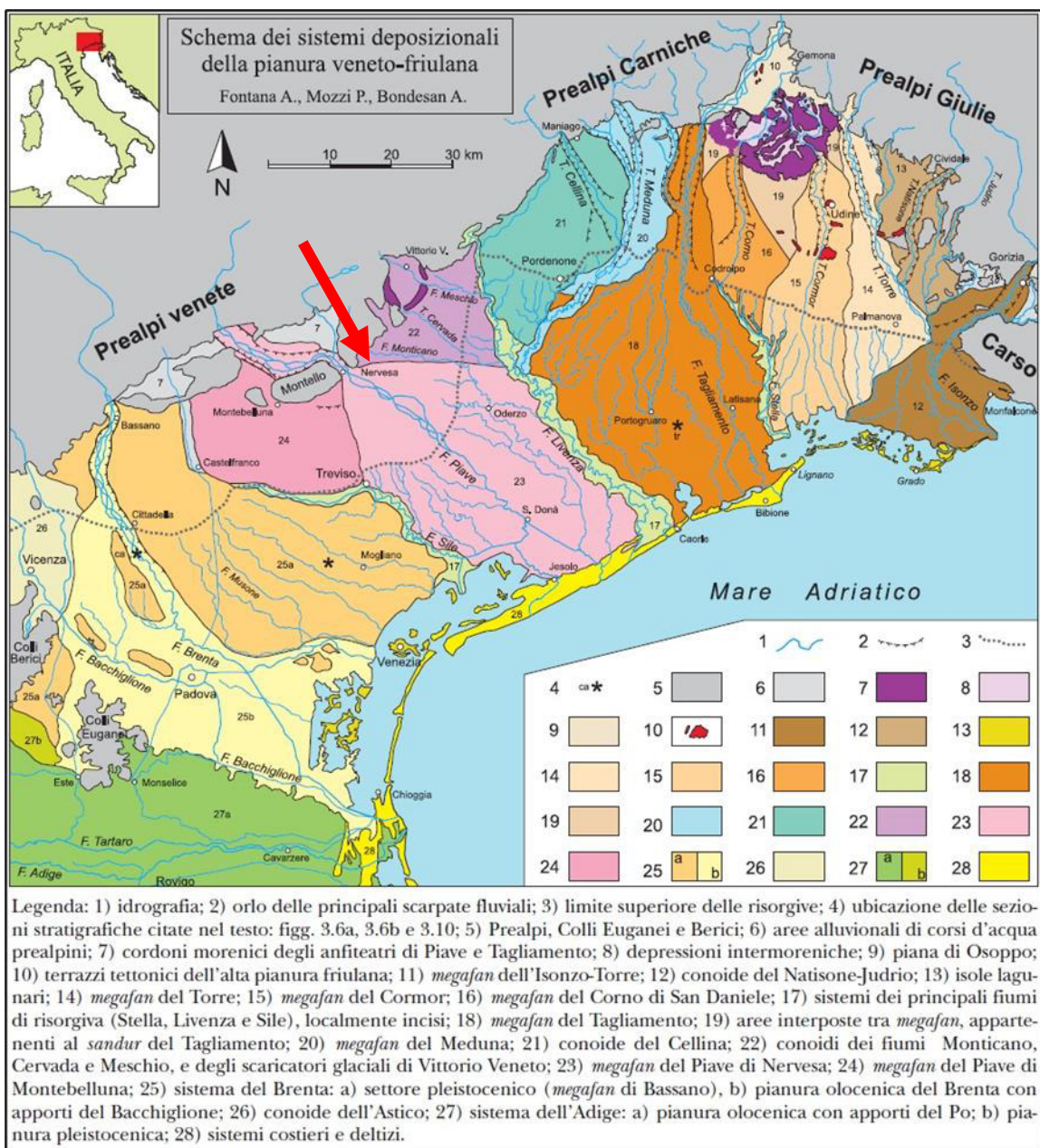


Figura 8. Estratto da *Modello delle unità geologiche della pianura veneta – Le acque sotterranee della pianura veneta*. La freccia rossa indica approssimativamente la posizione dell'area in esame.

Analizzando la *Carta geomorfologica del Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Susegana* (Figura 9) non si individuano criticità che interferiscono con il sito in esame. A sud si rileva la presenza dell'argine associato al Fiume Piave.

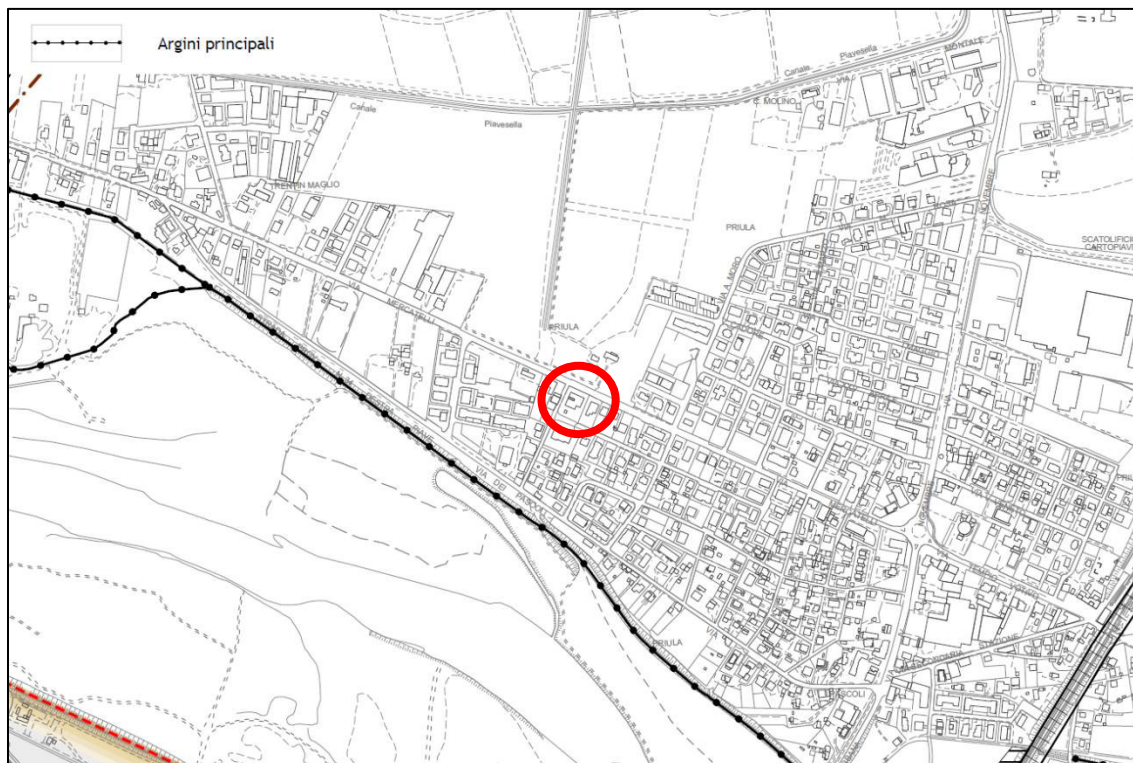
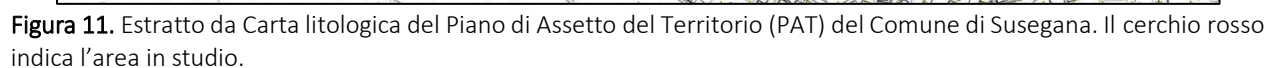
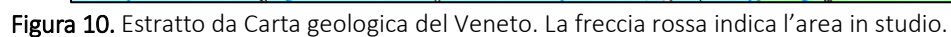


Figura 9. Estratto da Carta geomorfologica del Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Susegana. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

Per quanto concerne l'assetto geologico locale, come indicato, il settore di pianura in cui si inserisce l'ambito oggetto di valutazione, è il risultato dell'accumulo in tempi geologicamente recenti di materiali di origine glaciale e fluvioglaciale ad opera delle acque correnti. I materiali depositi sono generalmente grossolani e costituiti prevalentemente da ghiaie e ciottoli con variabile frazione sabbiosa; solo localmente ed in superficie compaiono limitati spessori di termini più fini. Questo perché l'area è collocata in corrispondenza di uno dei vertici della grande conoide deposizionale che si allarga in direzione di Treviso a sud e di Oderzo a est dove ha prevalso il trasporto in massa non selettivo.

Con riferimento alla *Carta geologica del Veneto alla scala 1:250.000* (Figura 10), si definisce che il sito in esame si colloca in un contesto di depositi costituiti da ghiaie e sabbie prevalenti. Nello specifico la *Carta litologica del PAT del Comune di Susegana* (Figura 11) colloca il sito in esame in corrispondenza di materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa.



Nel sottosuolo della zona di pianura, a sud della fascia dei rilievi collinari, all'interno del materasso alluvionale ghiaioso è presente un acquifero freatico. Tale scenario è tipico del settore dell'alta pianura Veneta posta a monte idrogeologico del sistema multifalde che caratterizza la bassa pianura. I due settori sono separati dalla fascia delle risorgive (Figura 12).

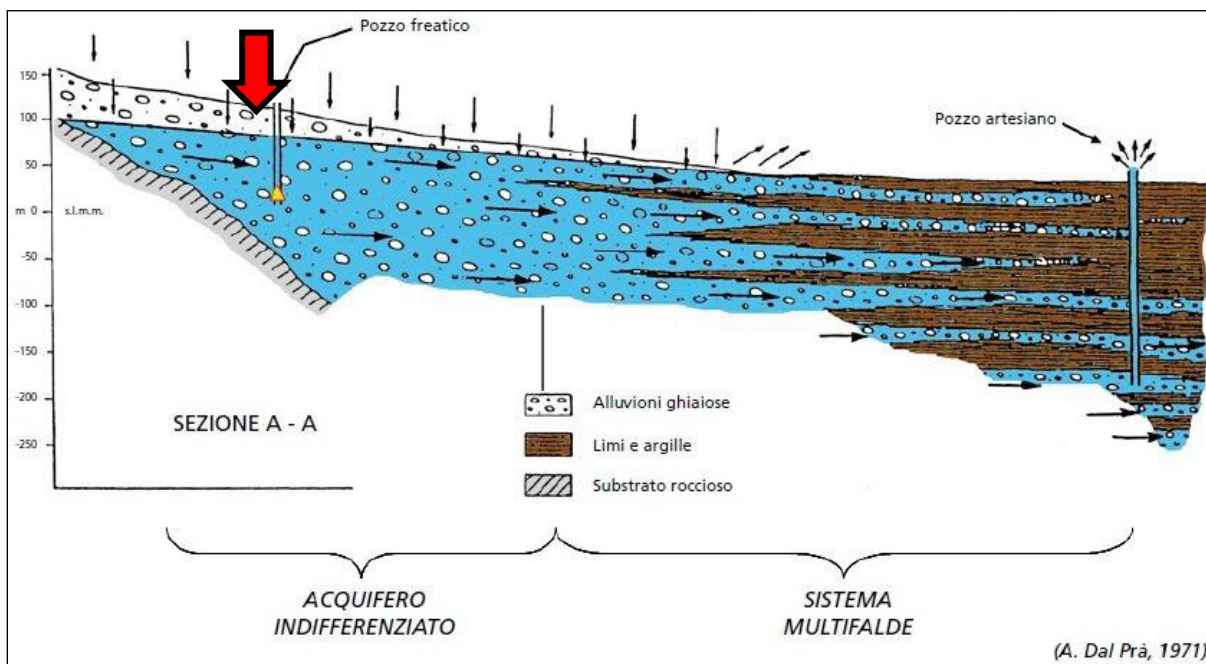


Figura 12. Modello idrogeologico della Pianura Veneta realizzato da A. Dal Prà, 1971 ed estratto da "ARPAV 2008 - Le acque sotterranee della pianura veneta". La freccia rossa indica la posizione approssimativa dell'area in studio.

Analizzando la *Carta idrogeologica del PAT del Comune di Susegana* (Figura 13) si definisce che il sito in esame si colloca in un contesto di area con falda freatica posta a profondità maggiori di 10 m dal p.c. Essa si colloca ad una quota assoluta di circa 50 m s.l.m. Inoltre, la *Carta freatimetrica provinciale – deflussi di magra – rilievi freatimetrici Marzo 2002* (Mazzola, 2002) definisce che l'area di indagine si colloca in un contesto con falda freatica posta ad una quota compresa tra 58 e 60 m s.l.m. (Figura 14). Considerando una quota del piano campagna pari a circa 71 m s.l.m., la soggiacenza della falda freatica è compresa tra 11 e 13 metri da p.c.

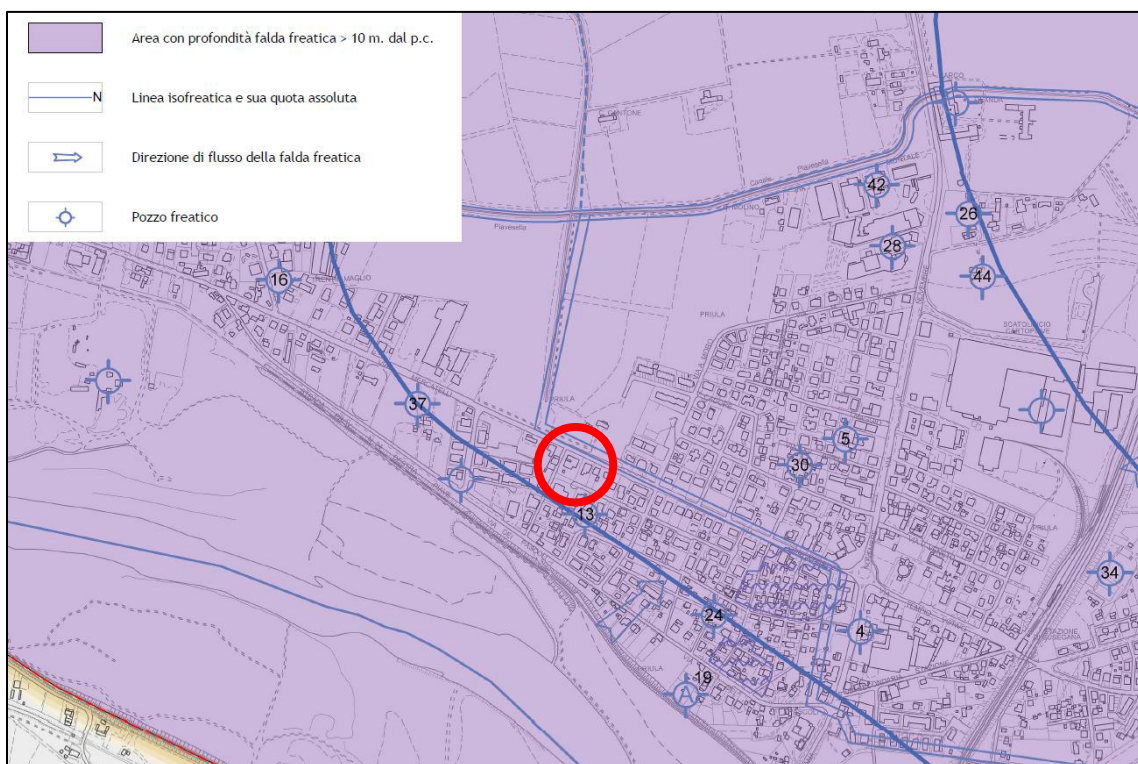


Figura 13. Estratto da Carta idrogeologica del Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Susegana. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

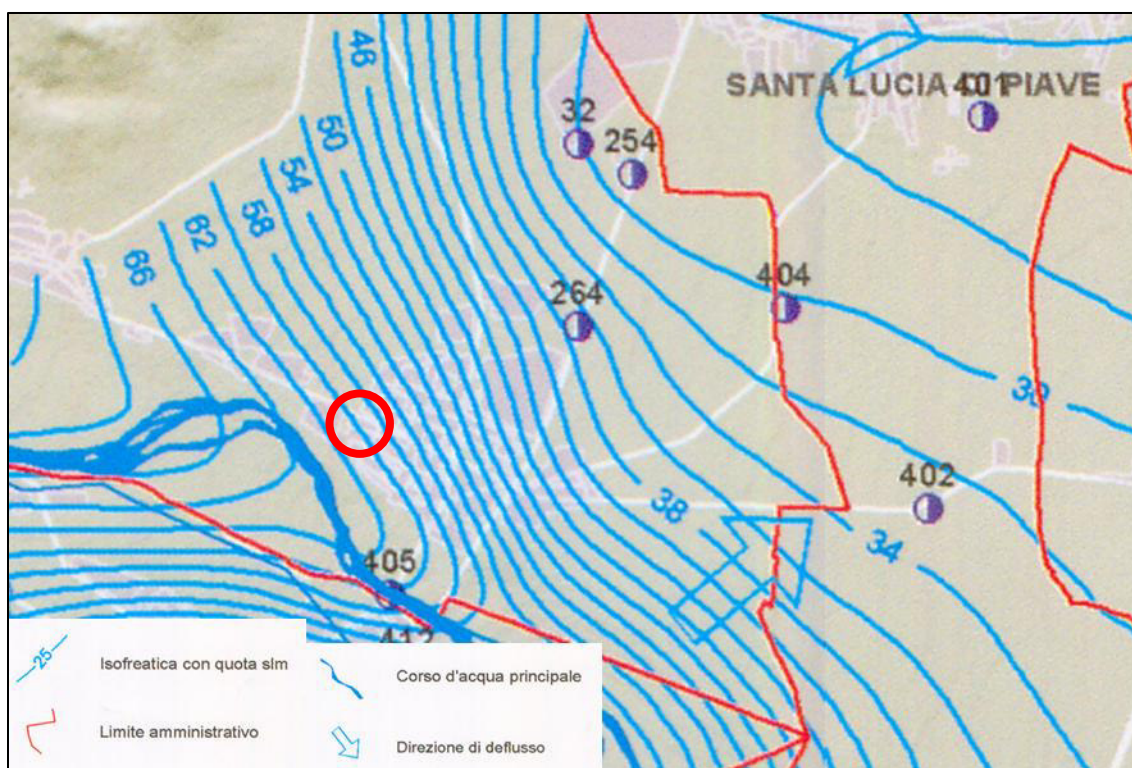


Figura 14. Estratto da Carta freatic provinciale – deflussi di magra – Rilievi freaticometrici di marzo 2002, della Provincia di Treviso (Mazzola, 2002). Il cerchio rosso indica l'area in studio.

5. INDAGINI IN SITO

La campagna di indagini eseguite presso il sito in esame ha come obiettivo finale: (i) la caratterizzazione geologica del sottosuolo, (ii) la parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, (iii) la definizione delle caratteristiche idrauliche dei terreni investigati e (iv) la definizione del modello sismico locale per l'individuazione della frequenza di risonanza di sito per il terreno di fondazione e la determinazione della categoria di sottosuolo di fondazione.

Per tale motivo in data 03 aprile 2025 sono state eseguite presso il sito in esame:

- **n° 5 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)**, spinte fino alla profondità massima di 2,40 metri dal piano campagna locale, coincidente con il raggiungimento del rifiuto strumentale, per la caratterizzazione geologico-geotecnica del terreno;
- **n° 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture e per determinare la categoria di suolo di fondazione.
- **n° 1 misura sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppata con n° 16 geofoni, disposti ad interdistanza tra ognuno di mt. 2; Essa risulta propedeutica per la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo e per l'assegnazione della Categoria del sottosuolo di fondazione ($V_{s,30}$) come espressamente richiesto dalla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17/01/2018);
- **n° 2 Prove di permeabilità in foro di sondaggio (K)**, al fine di valutare le caratteristiche idrauliche dei terreni investigati;

In Allegato 2 si riporta l'ubicazione delle prove eseguite. Si precisa che l'ubicazione delle prove è correlata all'ipotesi progettuale e alle condizioni logistiche del sito.

6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

L'esecuzione delle Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH), e la successiva elaborazione dei dati registrati, ha permesso di ricostruire l'assetto geolitologico caratterizzante il sito in esame all'interno dell'intervallo di profondità investigate.

Superficialmente, sottostante un livello superficiale costituito da terreno vegetale/riporto, si rileva un orizzonte di ghiaia argillosa localmente sostituito da uno strato di argilla sabbiosa (prova DPSH3). Dalla profondità di circa 0,60 – 1,80 m si intercetta un orizzonte di ghiaia sabbiosa che passa a ghiaia alla profondità di circa 1,40 – 2,20 m da p.c. con conseguente raggiungimento del rifiuto strumentale.

Di seguito si riporta l'elaborazione delle prove penetrometriche DPSH eseguite.

DPSH1

Orizzonte	Profondità (m)	Descrizione	N _{SPT} (media minima)
A'	0,00 – 0,20	Terreno vegetale/riporto	4
A	0,20 – 0,60	Ghiaia argillosa	18
C	0,60 – 1,40	Ghiaia sabbiosa	39
D	1,40 – 1,60	Ghiaia	>50

DPSH2

Orizzonte	Profondità (m)	Descrizione	N _{SPT} (media minima)
A'	0,00 – 0,20	Terreno vegetale/riporto	6
A	0,20 – 1,00	Ghiaia argillosa	13
C	1,00 – 1,80	Ghiaia sabbiosa	40
D	1,80 – 2,20	Ghiaia	>50

DPSH3

Orizzonte	Profondità (m)	Descrizione	N _{SPT} (media minima)
A'	0,00 – 0,20	Terreno vegetale/riporto	4
B	0,20 – 1,80	Argilla sabbiosa	6
C	1,80 – 2,20	Ghiaia sabbiosa	49
D	2,20 – 2,40	Ghiaia	>50

DPSH4

Orizzonte	Profondità (m)	Descrizione	N _{SPT} (media minima)
A'	0,00 – 0,20	Terreno vegetale/riporto	7
A	0,20 – 0,80	Ghiaia argillosa	11
C	0,80 – 1,80	Ghiaia sabbiosa	29
D	1,80 – 2,00	Ghiaia	>50

DPSH5

Orizzonte	Profondità (m)	Descrizione	N _{SPT} (media minima)
A''	0,00 – 0,20	Terreno di riporto	10
A	0,20 – 0,60	Ghiaia argillosa	15
C	0,60 – 1,40	Ghiaia sabbiosa	31
D	1,40 – 1,60	Ghiaia	>50

7. MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

Si specifica che a seguito dell'esecuzione delle prove penetrometriche non è stata rilevata la presenza di circolazione idrica sotterranea all'interno dell'intervallo di profondità investigate. Sulla base di quanto indicato nel Capitolo 4 si definisce che il sito in esame si colloca in area con profondità della falda freatica maggiore di 10 m da p.c. più precisamente a profondità comprese tra 11 e 13 m da p.c.

Al fine di definire le caratteristiche idrauliche dei terreni investigati, in corrispondenza dei fori di sondaggio relativi alle prove penetrometriche DPSH2 e DPSH5 è stata eseguita una prova di permeabilità. Nello specifico è stata eseguita una stima del coefficiente di permeabilità mediante una prova a carico variabile. La permeabilità di un terreno, o conducibilità idraulica, è definita come la capacità di questo nel farsi attraversare da un fluido, in questo caso acqua. Per una maggiore comprensione del fenomeno si evidenzia che elevati valori di permeabilità sono attribuibili a terreni con buone proprietà idrauliche che favoriscono il deflusso delle acque sotterranee, quali sabbie e ghiaie in depositi sciolti, mentre terreni a bassa permeabilità si oppongono/limitano il deflusso idrico sotterraneo a causa del loro comportamento idraulico di tipo impermeabile, tipico di limi ed argille in depositi sciolti.

Le prove di permeabilità sono state eseguite seguendo quanto specificato nelle linee guida riportate nelle *“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (Associazione Geotecnica Italiana - AGI 1977)”* con riferimento alla Prove in fori di sondaggio mediante prove di immissione a carico variabile.

Peculiarità di queste prove è quella di determinare la permeabilità dei terreni al fondo dei fori di sondaggio. La prova è stata eseguita attraverso il riempimento del foro di sondaggio mediante l'uso di acqua pura e misurando gli abbassamenti nel tempo del livello, eseguendo pertanto una prova di abbassamento.

Nella figura seguente (Figura 15) si riporta uno schema relativo alla prova eseguita.

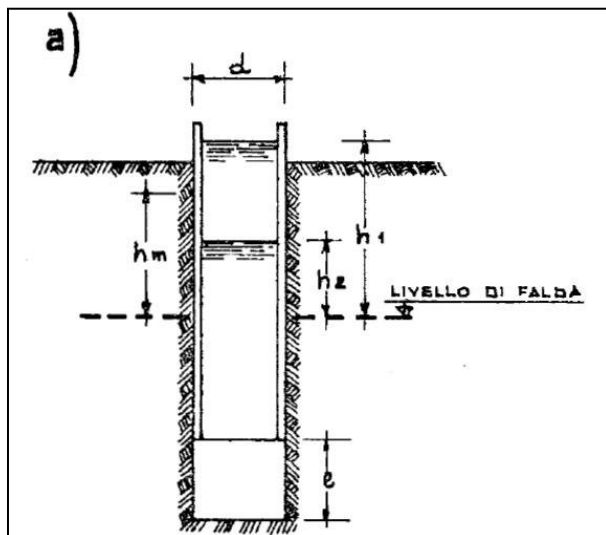


Figura 15. Schema relativo alla prova di immissione in fori di sondaggio. Immagine tratta da “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (Associazione Geotecnica Italiana - AGI 1977)”.

Le prove di permeabilità sono state eseguite mediante la realizzazione dei seguenti passaggi, come definito nelle linee guida AGI 1977:

- Esecuzione del foro di sondaggio: realizzato mediante penetrometro dinamico superpesante fino alla profondità di 2,20 m da p.c. (prova DPSH2) e 1,60 m da p.c. (prova DPSH5) con diametro di circa 5 cm;
- Misurazione della falda acquifera se presente: falda non presente;
- Immissione di acqua con conseguente riempimento del foro fino ad altezza prestabilita rispetto alla falda o al fondo foro di sondaggio: i fori di sondaggio non sono stati saturati;
- Interruzione dell'immissione d'acqua e misurazione dei progressivi abbassamenti del livello idrico all'interno della tubazione (foro di sondaggio) e i tempi necessari per abbassare il livello con riferimento al tempo trascorso dalla cessazione dell'immissione d'acqua: i progressivi abbassamenti del livello idrico nei fori di sondaggio sono stati misurati mediante freatimetro ad avvisatore ottico ed acustico mentre i tempi trascorsi tra i successivi abbassamenti sono stati misurati mediante cronometro digitale;

7.1 Definizione coefficiente di permeabilità

Le prove di permeabilità eseguite hanno permesso di investigare i depositi costituiti da ghiaia sabbiosa e da ghiaia presenti dalla profondità di circa 0,60 – 1,00 m da p.c.

Si definisce che non è stato possibile raggiungere la saturazione dei terreni talmente elevata risultava la conducibilità idraulica, chiaramente di grado elevato ($k \gg 10^{-3}$ m/s), assunta ai fini dell'eventuale dimensionamento di sistemi di dispersione idraulica pari a 1×10^{-3} m/s.

Coefficiente di permeabilità K	1.0×10^{-3} m/s
--------------------------------	--------------------------

Per una migliore comprensione, di seguito si riportano alcune tabelle le quali correlano il coefficiente di permeabilità calcolato con la granulometria del terreno e con la tipologia di drenaggio che si manifesta.

Grado di permeabilità	Valore di K	
	(m/s)	(cm/s)
Alto	$K > 10^{-3}$	$K > 10^{-1}$
Medio	$10^{-3} < K < 10^{-5}$	$10^{-1} < K < 10^{-3}$
Basso	$10^{-5} < K < 10^{-7}$	$10^{-3} < K < 10^{-5}$
Molto basso	$10^{-7} < K < 10^{-9}$	$10^{-5} < K < 10^{-7}$
Impermeabile	$K < 10^{-9}$	$K < 10^{-7}$

K (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
K (cm/s)		10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Drenaggio	Buono			Povero				Praticamente impermeabile				
	Ghiaia pulita	Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati				Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			

Conseguentemente si definisce che i terreni investigati, costituiti da ghiaia sabbiosa e da ghiaia, sono caratterizzati da un grado di permeabilità alto ed un drenaggio buono, come indicato nelle tabelle precedentemente riportate.

8. MODELLO GEOTECNICO LOCALE

L'elaborazione dei dati ricavati dalle prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) permette di determinare le principali caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione investigati. Tale operazione è possibile correlando i risultati delle prove DPSH con le Standard Penetration Test (SPT). La necessità di eseguire questa correlazione è legata al fatto che la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare le informazioni dal sottosuolo mediante una serie di correlazioni che fanno riferimento al numero di colpi ottenuti da tale prova (N_{spt}).

La correlazione tra le due prove (DPSH e SPT) è data da:

$$N_{spt} = \beta_t \cdot N$$

Dove

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{spt}}$$

In cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo Q è definita come

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Nel caso specifico è stato utilizzato un coefficiente di correlazione con N_{spt} pari a 1,47 e mantenuto costante lungo la profondità.

Le elaborazioni dei dati raccolti sono state effettuate mediante il programma di calcolo *Dynamic Probing della GeoStru Software*. Tale programma permette di utilizzare i dati raccolti durante le prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geologiche e geotecniche. Nello specifico è possibile ottenere informazioni su:

- L'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici;
- La caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche;
- I parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

In questo studio, i parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione investigati mediante le prove DPSH sono stati ottenuti attraverso le seguenti correlazioni:

Terreni coesivi:

- Coesione non drenata (C_u): Schmertmann (1975);
- Modulo edometrico (M_e): Trofimenkov (1974), Mitchell-Gardner;
- Peso di volume (γ): Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948/1967);

Terreni incoerenti:

- Angolo di attrito (ϕ): Japanese National Railway;
- Modulo Elastico (E_k): Schultze - Menzenbach;
- Peso di volume (γ): Meyerhof;

Di seguito si riporta la parametrizzazione geotecnica estrapolata dai risultati delle prove penetrometriche eseguite presso il sito in esame mediante le correlazioni precedentemente riportate.

Orizzonte	Litologia correlata	C_u (kN/m ²)	ϕ' k (°)	M_e (kN/m ²)	E_k (kN/m ²)	γ_k (kN/m ³)
A	Ghiaia argillosa	-	30	-	15.000	19,5
B	Argilla sabbiosa	50	-	6.000	-	18,5
C	Ghiaia sabbiosa	-	33	-	40.000	21,5
D	Ghiaia	-	36	-	60.000	22,0

9. MODELLO SISMICO LOCALE

9.1 Analisi studio Microzonazione Sismica Comune di Susegana

Il Comune di Susegana è dotato di uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, 2 e 3 redatto nel 2017 aggiornato nel 2022. Di seguito si riportano gli elaborati analizzati e le informazioni ottenute da questi:

- *Carta delle frequenze* (Figura 16): dall'analisi di tale elaborato si evince che il sito in esame si inserisce in un contesto con frequenza fondamentale compresa tra 1 e 2 Hz e tra 8 e 20 Hz;
- *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica* (Figura 17): dall'analisi di tale elaborato si evince che il sito in esame ricade all'interno della zona 1, caratterizzata da materiali alluvionali a tessitura prevalentemente ghiaioso e sabbiosa. Geomorfologicamente appartiene al *Megafan* del Piave. Le velocità sismiche evidenziate dalle prove lineari sono sempre piuttosto elevate con valori di V_s compresi tra 400 m/s e 600 m/s;
- *Carta di Microzonazione Sismica (F_a)* (Figura 18): dall'analisi di tale elaborato si evince che il sito in esame si inserisce in corrispondenza di zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con valore di F_a compreso tra 1,1 e 1,2;
- *Carta di Microzonazione Sismica (F_v)* (Figura 19): dall'analisi di tale elaborato si evince che il sito in esame si inserisce in corrispondenza di zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con valore di F_v compreso tra 1,5 e 1,6.

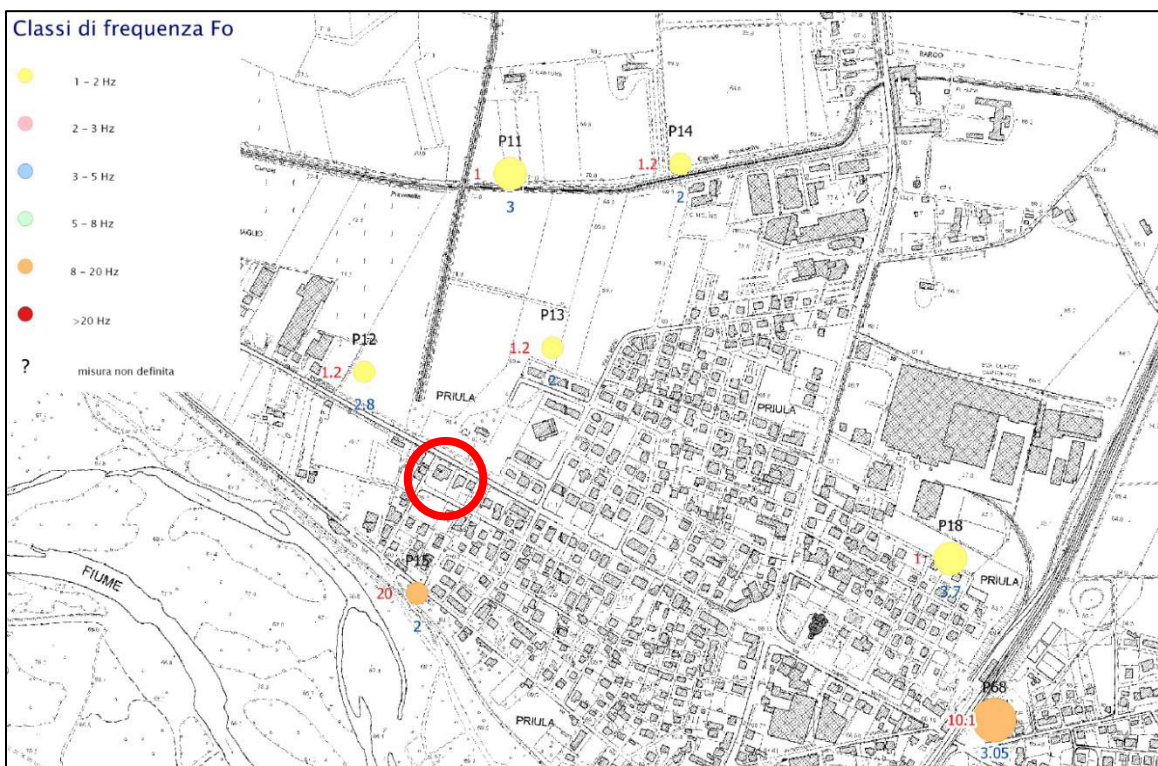


Figura 16. Estratto da Carta delle frequenze dello studio di Microzonazione Sismica del Comune di Susegana. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

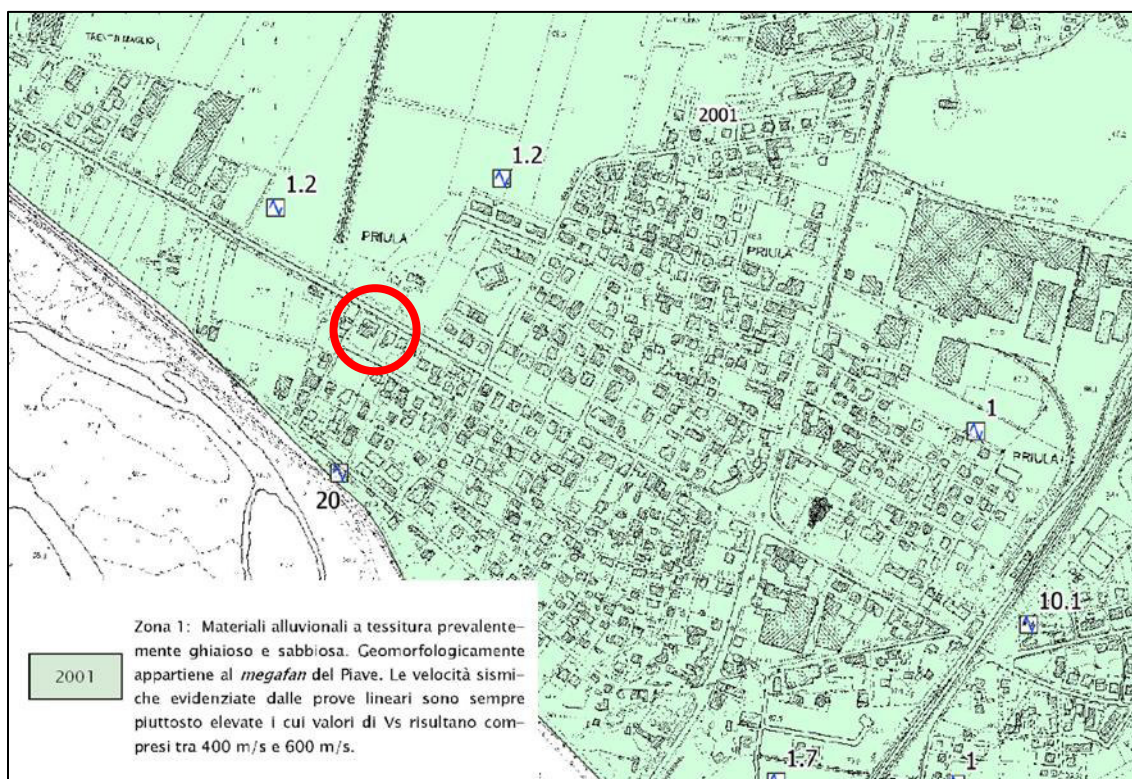


Figura 17. Estratto da Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica dello studio di Microzonazione Sismica del Comune di Susegana. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

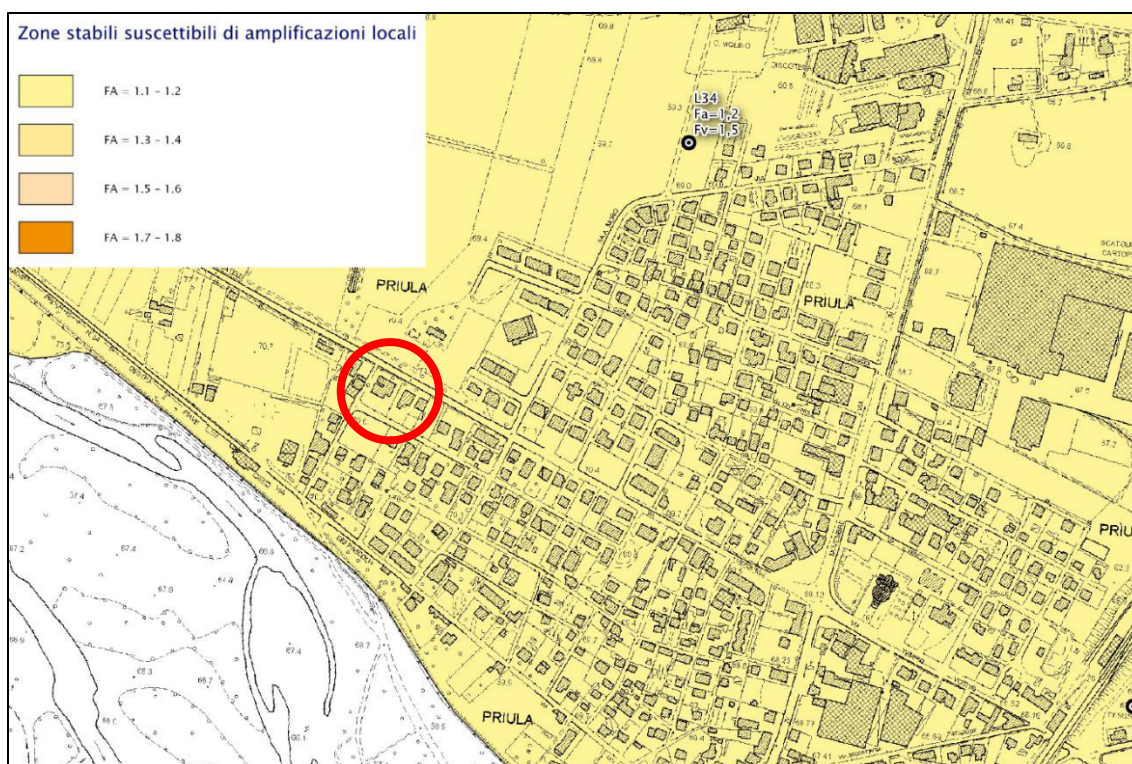


Figura 18. Estratto da Carta di Microzonazione Sismica (F_a) dello studio di Microzonazione Sismica del Comune di Susegana. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

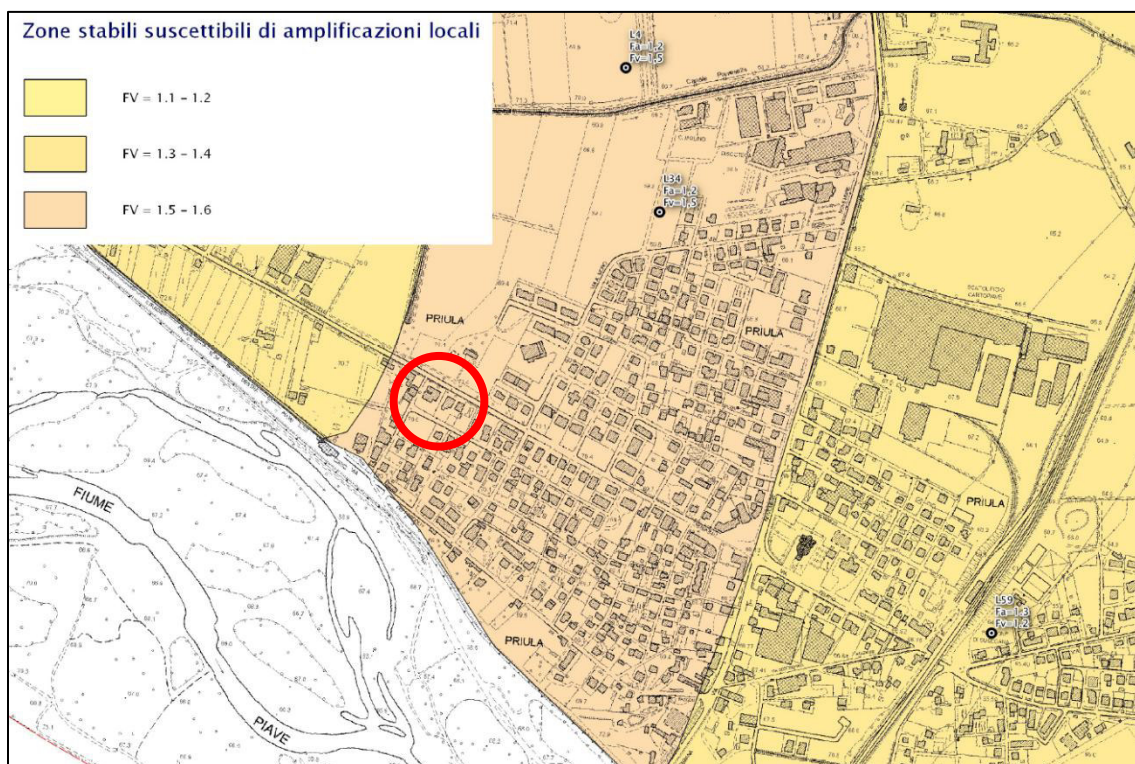


Figura 19. Estratto da Carta di Microzonazione Sismica (Fv) dello studio di Microzonazione Sismica del Comune di Susegana. Il cerchio rosso indica l'area in studio.

9.2 Modello sismico locale

9.2.1 Frequenza di risonanza di sito

L'utilizzo incrociato delle due tecniche sismiche ha permesso di ottenere il modello sismo - stratigrafico del sottosuolo in corrispondenza della zona d'interesse. L'indagine Re. Mi. ha individuato le discontinuità sismiche superficiali e stimato le velocità di propagazione delle onde S mentre la prospezione passiva a stazione singola (H.V.S.R.), tramite inversione congiunta, ha stimato il grado di rigidità della copertura profonda. Inoltre, la misura H.V.S.R. ha determinato le frequenze di risonanza di sito cioè i valori di frequenza attesi in superficie in occasione di evento sismico.

L'attendibilità del modello sismo-stratigrafico desunto è da considerarsi elevata poiché la coerenza del segnale è buona e lo spettro di velocità è ben definito nel modo fondamentale per quasi tutte le frequenze campionate. Il programma di elaborazione utilizzato permette di considerare non solo il modo fondamentale ma, una volta individuati, anche i modi superiori per vincolare con maggior attendibilità la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo.

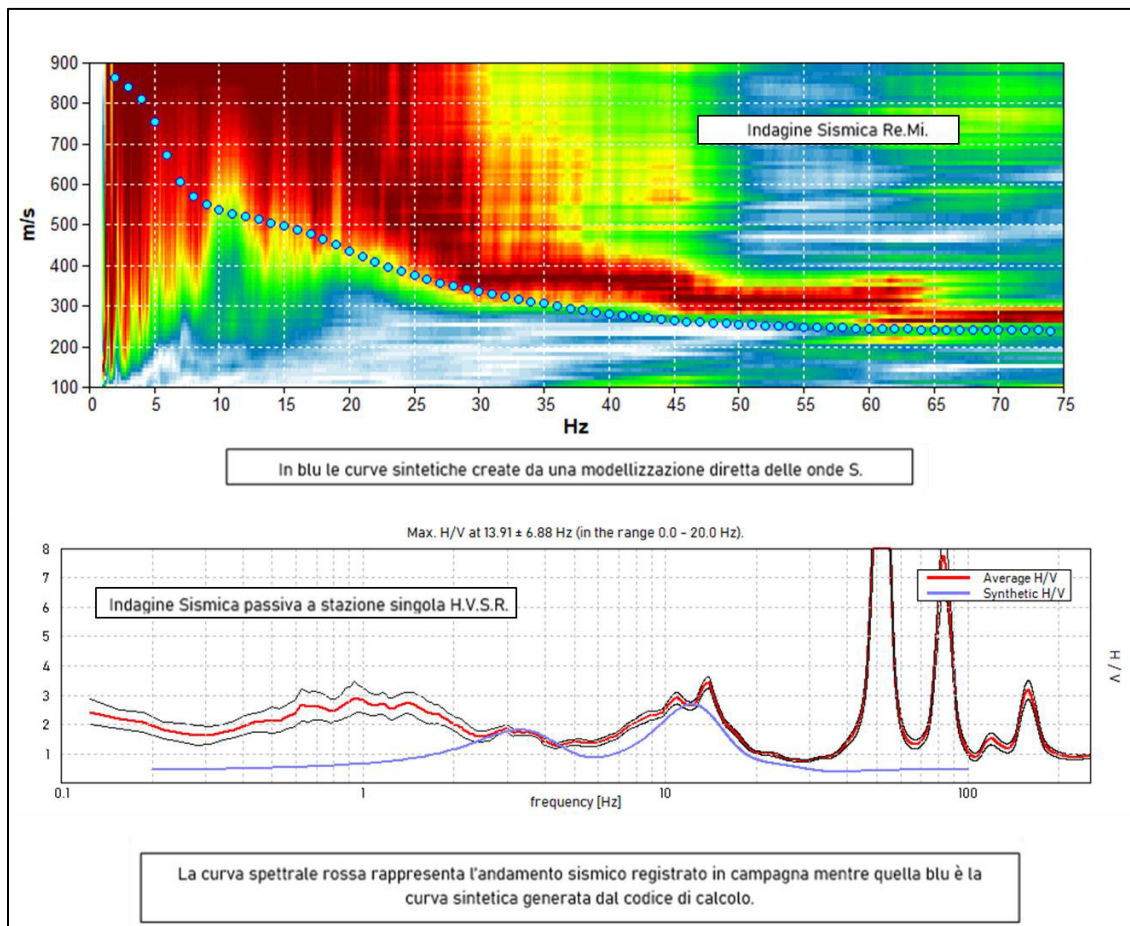


Figura 20. Re. Mi. – H.V.S.R. – Interpretazione congiunta.

9.2.2 Frequenza di risonanza di sito

L'indagine geofisica eseguita ha permesso di stimare una frequenza di risonanza di sito per il terreno di fondazione pari a circa 13,91 Hz (Figura 21), generata dalla discontinuità simica a più elevato rapporto spettrale nell'intervallo di interesse ingegneristico-strutturale di 0,0 – 20,0 Hz. Tuttavia, considerando l'ampiezza del picco spettrale registrato, risulta opportuno considerare l'intervallo frequenziale di circa 10 – 14 Hz e anche l'intervallo frequenziale di circa 0,8 – 2 Hz come range di possibili valori di vibrazione del terreno in caso di evento sismico di magnitudo rilevante poiché di interesse ingegneristico-strutturale.

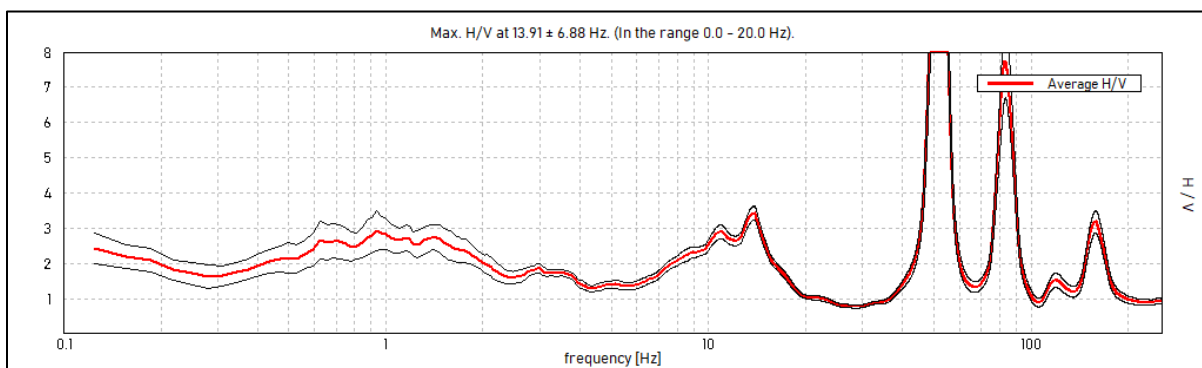


Figura 21. Curva spettrale H/V (rosso) e intervallo di confidenza al 95% (nero).

9.2.3 Ricostruzione sismo-stratigrafica (V_s)

L'interpretazione della velocità di propagazione delle onde di taglio S (V_s) ha permesso di eseguire la ricostruzione sismo-stratigrafica di sito (Figura 22).

Di seguito si riporta il modello sismo-stratigrafico di sito ottenuto il quale ha permesso di definire una velocità equivalente della propagazione delle onde di taglio $V_{s,30}$ pari a 479 m/s.

Indagine sismica H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	250	3,0	0,0 – 3,0
II SISMOSTRATO	400	6,0	3,0 – 9,0
III SISMOSTRATO	590	35	≈ 9,0 – ≈ 44
IV SISMOSTRATO	970	Semisp.	≈ 44 – Semisp.

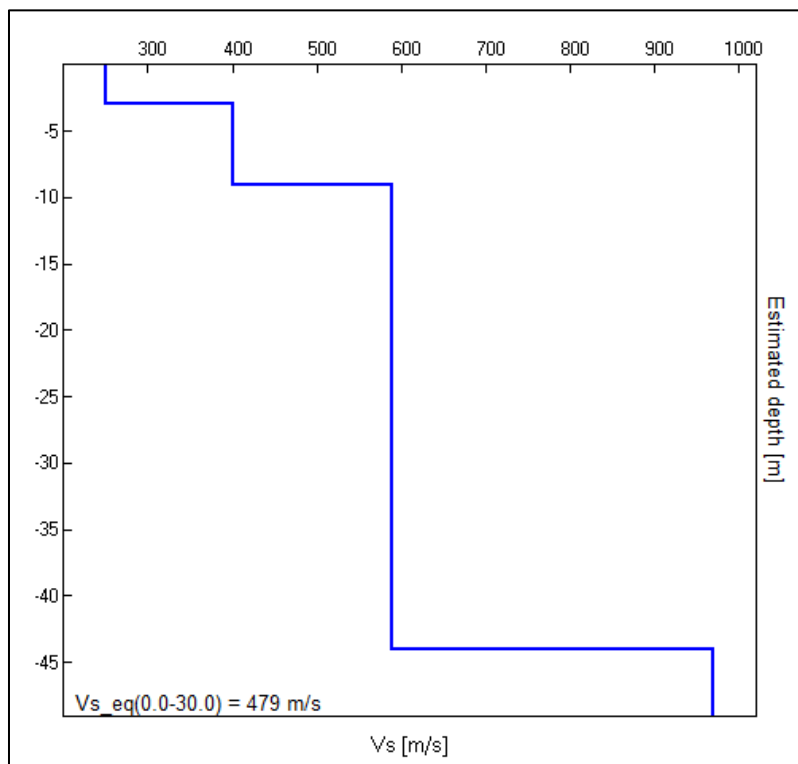


Figura 22. Profilo sismo-stratigrafico derivante dall'interpretazione della velocità di propagazione delle onde di taglio S (V_s)

9.2.4 Categoria di sottosuolo

Il D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le Costruzioni»" al capitolo 3 paragrafo 3.2.2, stabilisce le modalità di determinazione delle categorie di sottosuolo, definendo che la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s) definita dall'espressione:

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

Dove

h_i = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

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

Conseguentemente si è proceduto alla valutazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio fino a 30 metri dal piano di posa delle fondazioni ($V_{s,30}$) considerando diverse profondità del piano di posa delle fondazioni rispetto al piano campagna:

Profondità piano di posa delle fondazioni	$V_{s,30}$	Categoria di Sottosuolo
0 m dal p.c.	$V_s (0 - 30) \approx 479 \text{ m/s}$	B
1 m dal p.c.	$V_s (1 - 31) \approx 498 \text{ m/s}$	B
2 m dal p.c.	$V_s (2 - 32) \approx 517 \text{ m/s}$	B
3 m dal p.c.	$V_s (3 - 33) \approx 539 \text{ m/s}$	B

Sulla base delle informazioni ottenute dalla stima della velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,30}$) e secondo quanto predisposto dalla normativa vigente (D.M. D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le Costruzioni»" – Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*) è possibile inserire il sito di indagine nella **Categoria di sottosuolo B**.

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>

9.2.5 Categoria topografica

Secondo quanto riportato nel D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le Costruzioni»” al capitolo 3 paragrafo 3.2.2, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione riportata nella tabella sottostante (riferimento Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*):

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 $i > 30^\circ$

Dal punto di vista topografico il sito in esame è inquadrabile nella **categoria topografica T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

9.3 Azione sismica locale

Secondo quanto espresso mediante *Deliberazione della Giunta Regionale n.244 del 09 marzo 2021* in merito all'Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021 contenuta nel Bur. n. 38 del 16 marzo 2021, il Comune di Susegana si inserisce in **Zona sismica 2.**

Di seguito, in Figura 23, si riportano i parametri di pericolosità sismica del sito in esame secondo le NTC 2018. Tali parametri sono stati ricavati mediante il software *GeoStruPS* (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>) il quale fornisce, oltre ai parametri sismici (ag, Fo e Tc*) per gli

stati limite SLO, SLD, SLV, SLC, tipici del luogo o della costruzione in esame, i coefficienti sismici (k_h , k_v) orizzontali e verticali per: muri di sostegno flessibili e rigidi, paratie, stabilità dei pendii e fondazioni.

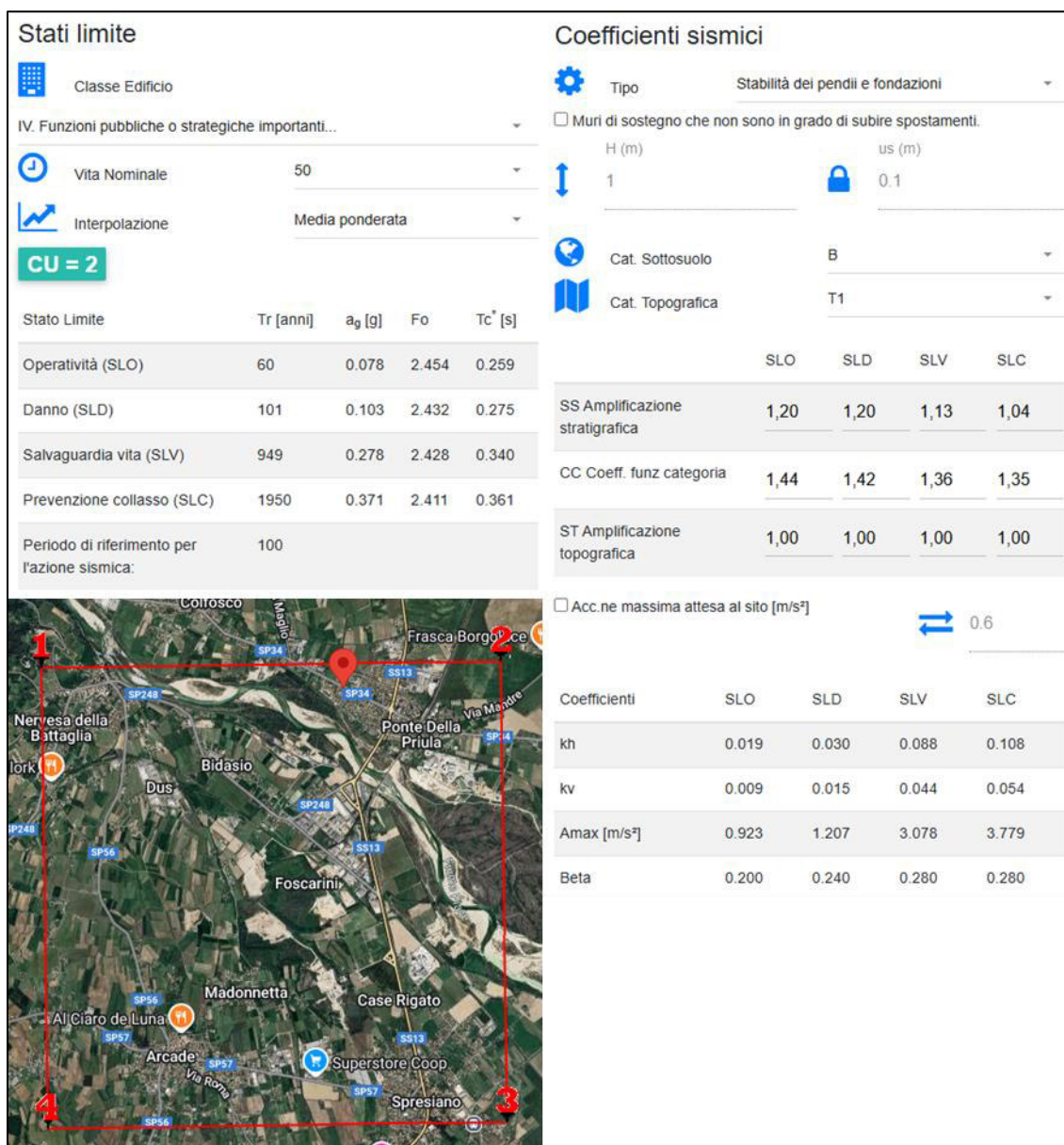


Figura 23. Parametri pericolosità sismica del sito in esame secondo le NTC 2018 – estratti da GeoStruPS (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>)

9.4 Verifica a liquefazione

La normativa vigente rappresentata dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni – Decreto Ministeriale 17/01/2018* al paragrafo 7.11.3.4.1 (Generalità) definisce la liquefazione come “...omissis.... intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.”

Al paragrafo 7.11.3.4.2 (Esclusione della verifica a liquefazione) sono definite le casistiche il cui la verifica a liquefazione può essere omessa.

La verifica a liquefazione può essere omessa al manifestarsi di una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 24(A) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Figura 24(B) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

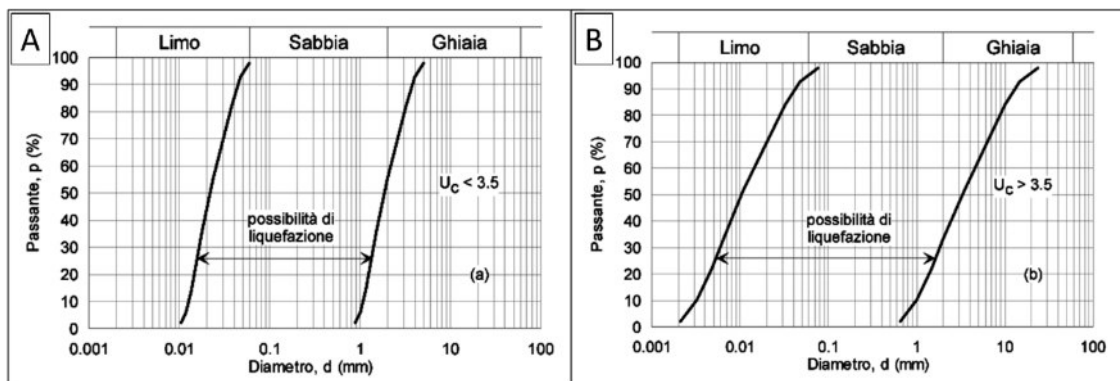


Figura 24. Fusi granulometrici dei terreni suscettibili di liquefazione – estratta da *Norme Tecniche per le Costruzioni* – Decreto Ministeriale 17/01/2018.

Nel caso del sito in esame si è proceduto ad eseguire la verifica a liquefazione mediante l'impiego del software *Liquiter 2024.24.5.1069* della *GeoStru Software*.

La verifica è stata eseguita considerando la successione stratigrafica derivante dalla prova penetrometrica DPSH4 ed estesa, sulla base delle conoscenze relative all'assetto geologico del contesto territoriale in cui si inserisce il sito oggetto di studio, fino alla profondità di 15,0 m. Le stratigrafie derivanti dalla terebrazione di alcuni pozzi ubicati nei pressi del sito in esame definiscono la presenza di un potente orizzonte ghiaioso con sviluppo fino ad almeno la profondità di 44 – 108 m da p.c. (Figure 25 – 26 – 27 – estratte da *Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - Legge 464/1984* <http://sqi2.isprambiente.it/>). Tale ricostruzione è avvalorata anche dall'indagine geofisica eseguita nei pressi del sito oggetto di valutazione dalla quale si

evinces la presenza di depositi con valori di velocità maggiori di 400 m/s presenti dalla profondità di circa 3,0 m da p.c.



Figura 25. Stratigrafia derivante dal pozzo (pallino rosso) terebrato nei pressi del sito esame (poligono rosso). Dato estratto da Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - Legge 464/1984 <http://sqi2.isprambiente.it/>



Figura 26. Stratigrafia derivante dal pozzo (pallino rosso) terebrato nei pressi del sito esame (poligono rosso). Dato estratto da Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - Legge 464/1984 <http://sqi2.isprambiente.it/>



Figura 27. Stratigrafia derivante dal pozzo (pallino rosso) terebrato nei pressi del sito esame (poligono rosso). Dato estratto da *Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - Legge 464/1984* <http://sqi2.isprambiente.it/>

La falda acquifera è stata posta alla profondità di 11,0 m da p.c.

Il valore della magnitudo momento è stato definito facendo riferimento alla Carta delle zone sismogenetiche ZS9 che inserisce il sito in studio nella zona 905. Con riferimento all'ICMS 2008 al paragrafo 2.8 si stabilisce che può essere utilizzato, a favore della sicurezza, per alcune tipologie di verifiche (es. liquefazione), la magnitudo attesa massima della zona sismogenetica di appartenenza. Per l'area 905 la magnitudo massima attesa è $M_{wmax} = 6,60$.

Il valore di accelerazione di progetto è stato calcolato considerando:

- $a_g (SLV) = 0,278$
- effetti stratigrafici: $S_s = 1,13$
- effetti topografici: $S_T = 1,0$

Ottenendo un valore di a_{gmax} pari a 0,31.

Di seguito si riportano i principali parametri implementati per eseguire la verifica a liquefazione:

- Profondità falda: 11,0 m da p.c.
- Accelerazione bedrock: 0,31
- Fattore di amplificazione: 2,421
- Tipo suolo: B (Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti $V_{s30}=360-800$)

- Categoria topografica: T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$)
- Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS): 1, 20
- Coefficiente amplificazione topografica (ST): 1,0
- Magnitudo momento sismico (M_w): 6,60

Per ogni verticale indagata è stato riportato l'indice del potenziale di liquefazione I_L come di seguito definito nelle linee guida per la microzonazione sismica della Regione Veneto:

Potenziale di liquefazione	Pericolo di liquefazione
$0 < I_L < 2$	Basso
$2 < I_L < 5$	Moderato
$5 < I_L < 15$	Alto
$I_L > 15$	Molto alto

Le verifiche condotte, riportate in Allegato 4, hanno definito che i terreni caratterizzanti il sito in esame presentano un potenziale di liquefazione basso potendo pertanto escludere tale criticità.

10. STRUTTURE DI FONDAZIONE

10.1 Premessa

Sulla base delle informazioni desunte dall'ipotesi progettuale si è proceduto ad eseguire una verifica di portanza considerando una fondazione di tipo a trave rovescia.

Considerando l'assetto geologico descritto nel capitolo 6 e ipotizzando le strutture di fondazione poste ad una profondità di circa 0,60 m da p.c., si definisce che le strutture di fondazione stesse potranno trovarsi a contatto con orizzonti a diverso comportamento geotecnico. Si propongono pertanto di seguito delle verifiche di portanza considerando 3 scenari:

- Caso 1 - verifica con stratigrafia da prova DPSH1
- Caso 2 - verifica con stratigrafia da prova DPSH2
- Caso 3 - verifica con stratigrafia da prova DPSH3

Le valutazioni della capacità portante e dei cedimenti sono state eseguite in ottemperanza alla normativa vigente in materia, rappresentata dal D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le Costruzioni»".

10.2 Calcolo di portanza e cedimenti

Caso 1 – verifica con stratigrafia da prova DPSH1

Si ipotizza una fondazione di tipo a trave rovescia di lunghezza pari a 28,0 m, larghezza di 0,80 m, profondità del piano di posa posto a 0,60 m e altezza di incastro pari a 0,40 m.

Il valore di resistenza di progetto è stato calcolato considerando la fondazione poggianti in corrispondenza dell'orizzonte C (Ghiaia sabbiosa).

La valutazione dei cedimenti è stata eseguita considerando la successione stratigrafica derivante dalla prova penetrometrica DPSH1.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche eseguite mediante l'impiego del software *Loadcap versione 2025.32.2.1188* sviluppato dalla *GeoStru Software*.

DATI GENERALI

=====	
Normativa	NTC_2018
Zona	Susegana (TV) - Via Paubio-Via Munzioni-Via Mercatelli
Lat./ Long. [WGS84]	45.8247146606445/12.2464942932129
Larghezza fondazione	0.8 m
Lunghezza fondazione	28.0 m
Profondità piano di posa	0.6 m
Altezza di incastro	0.4 m
=====	

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Descrizione
0.2	17.0	18.0	28.32	42.07	0.0	0.0	3581.39	Terreno vegetale/riporto
0.4	19.5	21.5	30.0	0.0	0.0	15000.0	0.0	Ghiaia argillosa
0.8	21.5	23.5	33.0	0.0	0.0	40000.0	0.0	Ghiaia sabbiosa
0.2	22.0	24.0	36.0	0.0	0.0	60000.0	0.0	Ghiaia

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	No	1	1	1	1	1	1	1
3	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	21.5 kN/m³
Peso unità di volume saturo	23.5 kN/m³
Angolo di attrito	33.0 °
Coesione	0.0 kN/m²

Fattore [Nq]	26.09
Fattore [Nc]	38.64
Fattore [Ng]	24.44
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.02
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.99
Fattore profondità [Dg]	1.0

Fattore inclinazione carichi [lg]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	456.97 kN/m ²
Resistenza di progetto	198.68 kN/m²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	199.0 kN/m ²
Cedimento dopo T anni	7.0
Distanza	0.00 m
Angolo	0.00 °
Cedimento totale	0.31 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;
Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
3	1	0	0	Schmertmann	0.18	0.07	0.25
4	1.5	0	0	Schmertmann	0.05	0.02	0.06

Caso 2 – verifica con stratigrafia da prova DPSH2

Si ipotizza una fondazione di tipo a trave rovescia di lunghezza pari a 28,0 m, larghezza di 0,80 m, profondità del piano di posa posto a 0,60 m e altezza di incastro pari a 0,40 m.

Il valore di resistenza di progetto è stato calcolato considerando la fondazione poggianti in corrispondenza dell'orizzonte A (Ghiaia argillosa).

La valutazione dei cedimenti è stata eseguita considerando la successione stratigrafica derivante dalla prova penetrometrica DPSH2.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche eseguite mediante l'impiego del software *Loadcap versione 2025.32.2.1188* sviluppato dalla *GeoStru Software*.

DATI GENERALI

Normativa	NTC_2018
Zona	Susegana (TV) - Via Paubio-Via Munzioni-Via Mercatelli
Lat./ Long. [WGS84]	45.8247146606445/12.2464942932129
Larghezza fondazione	0.8 m
Lunghezza fondazione	28.0 m
Profondità piano di posa	0.6 m
Altezza di incastro	0.4 m

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Descrizione
0.2	17.0	18.0	28.76	56.19	0.0	0.0	3877.55	Terreno vegetale/riporto
0.8	19.5	21.5	30.0	0.0	0.0	15000.0	0.0	Ghiaia argillosa
0.8	21.5	23.5	33.0	0.0	0.0	40000.0	0.0	Ghiaia sabbiosa
0.4	22.0	24.0	36.0	0.0	0.0	60000.0	0.0	Ghiaia

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	No	1	1	1	1	1	1	1
3	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 19.5 kN/m³
Peso unità di volume saturo 21.5 kN/m³
Angolo di attrito 30.0 °
Coesione 0.0 kN/m²

Fattore [Nq] 18.4
Fattore [Nc] 30.14
Fattore [Ng] 15.07
Fattore forma [Sc] 1.0
Fattore profondità [Dc] 1.3
Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0
Fattore inclinazione base [Bc] 1.0
Fattore forma [Sq] 1.02
Fattore profondità [Dq] 1.22
Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0
Fattore inclinazione base [Bq] 1.0
Fattore forma [Sg] 0.99

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [lg]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	293.69 kN/m ²
Resistenza di progetto	127.69 kN/m²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	128.0 kN/m ²
Cedimento dopo T anni	7.0
Distanza	0.00 m
Angolo	0.00 °
Cedimento totale	0.43 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;
Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	0.8	0	0	Schmertmann	0.1	0.04	0.14
3	1.4	0	0	Schmertmann	0.17	0.06	0.23
4	2	0	0	Schmertmann	0.04	0.02	0.06

Caso 3 – verifica con stratigrafia da prova DPSH3

Si ipotizza una fondazione di tipo a trave rovescia di lunghezza pari a 28,0 m, larghezza di 0,80 m, profondità del piano di posa posto a 0,60 m e altezza di incastro pari a 0,40 m.

Il valore di resistenza di progetto è stato calcolato considerando la fondazione poggianti in corrispondenza dell'orizzonte B (Argilla sabbiosa).

La valutazione dei cedimenti è stata eseguita considerando la successione stratigrafica derivante dalla prova penetrometrica DPSH3.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche eseguite mediante l'impiego del software *Loadcap versione 2025.32.2.1188* sviluppato dalla *GeoStru Software*.

DATI GENERALI

Normativa	NTC_2018
Zona	Susegana (TV) - Via Paubio-Via Munzoni-Via Mercatelli
Lat./ Long. [WGS84]	45.8247146606445/12.2464942932129

Larghezza fondazione 0.8 m
 Lunghezza fondazione 28.0 m
 Profondità piano di posa 0.6 m
 Altezza di incastro 0.4 m

=====

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Descrizione
0.2	17.0	18.0	28.32	42.07	0.0	0.0	3581.39	Terreno vegetale/riporto
1.6	18.5	20.5	0.0	0.0	50.0	0.0	6000.0	Argilla sabbiosa
0.4	21.5	23.5	33.0	0.0	0.0	40000.0	0.0	Ghiaia sabbiosa
0.2	22.0	24.0	36.0	0.0	0.0	60000.0	0.0	Ghiaia

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	No	1	1	1	1	1	1	1
3	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

A1+M1+R3

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 18.5 kN/m³
 Peso unità di volume saturo 20.5 kN/m³
 Angolo di attrito 0.0 °
 Coesione 50.0 kN/m²

=====

Fattore [Nq] 1.0
 Fattore [Nc] 5.7
 Fattore forma [Sc] 1.0
 Fattore forma [Sg] 1.0
 Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0
 Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0
 Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

=====

Carico limite 293.2 kN/m²

Resistenza di progetto 127.48 kN/m²

=====

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto 128.0 kN/m²
Cedimento dopo T anni 7.0
Distanza 0.00 m
Angolo 0.00 °
Cedimento totale 1.676 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;
Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	1.2	21.9	78.308	Edometrico	1.57	--	1.57
3	2	0	0	Schmertmann	0.06	0.02	0.09
4	2.3	0	0	Schmertmann	0.02	0.01	0.02

10.3 Conclusioni

Nel presente capitolo è stata eseguita una verifica della capacità portante e dei cedimenti considerando una fondazione di tipo a trave rovescia, con lunghezza pari a 28,0 m, larghezza di 0,80 m, profondità del piano di posa posto a 0,60 m, e altezza di incastro pari a 0,40 m.

Le verifiche sono state eseguite considerando 3 scenari:

- Caso 1 - verifica con stratigrafia da prova DPSH1 – fondazioni poggianti in orizzonte C (Ghiaia sabbiosa)

Le verifiche eseguite hanno permesso di stimare un valore di resistenza di progetto calcolata pari a 198,68 kN/m².

- Caso 2 - verifica con stratigrafia da prova DPSH2 – fondazioni poggianti in orizzonte A (Ghiaia argillosa)

Le verifiche eseguite hanno permesso di stimare un valore di resistenza di progetto calcolata pari a 127,69 kN/m².

- Caso 3 - verifica con stratigrafia da prova DPSH3 – fondazioni poggianti in orizzonte B (Argilla sabbiosa)

Le verifiche eseguite hanno permesso di stimare un valore di resistenza di progetto calcolata pari a 127,48 kN/m².

Considerando l'assetto geologico descritto nel Capitolo 6 si definisce che le strutture di fondazione potranno trovarsi contemporaneamente a contatto con orizzonti a diverso comportamento geotecnico, scenario favorevole allo sviluppo di cedimenti differenziali. Si consiglia pertanto di approfondire le strutture di fondazione intercettando i depositi maggiormente ghiaiosi oppure di irrigidire in modo adeguato le strutture di fondazione e di distribuire in modo omogeneo i carichi su queste. Si prescrive inoltre di evitare di poggiare le strutture di fondazione in corrispondenza dell'orizzonte superficiale costituito da terreno vegetale/riporto.

Concludendo, si definisce che resta di stretta competenza del Progettista strutturale la scelta della tipologia di fondazione da adottare ed il dimensionamento definitivo delle strutture di fondazione stesse.

Thiene, 02 ottobre 2025

Geol. Simone Barbieri



Geol. Filippo Torresan



11. BIBLIOGRAFIA

ARPAV, 2008, “Le acque sotterranee della pianura veneta – I risultati del progetto SAMPAS”, Padova
Autorità di Bacino delle Alpi Orientali, 2021, “Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – PGRA 2021-2027”, Venezia,
Comune di Susegana, 2012, “Piano di Assetto del Territorio Intercomunale”, Susegana-Valdagno
Comune di Susegana, 2017, revisionato nel 2022, “Microzonazione Sismica Livello 1, 2 e 3”, Susegana
Provincia di Treviso, 2010, “Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale”, Vicenza
Lancellotta R., Ciancimino A., Costanzo D., Foti S., “Progettazione Geotecnica Secondo l'Eurocodice 7 e le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 – Seconda edizione” Editore Ulrico Hoepli Milano, 2020

12. SITOGRAFIA

Regione del Veneto, Geoportale Regione del Veneto <https://idt2.regione.veneto.it/>

13. CARTOGRAFIA

Assessorato alle politiche per l'Ambiente e per la Mobilità, Segreteria Regionale Ambiente e Lavori Pubblici, Direzione Geologia e Ciclo dell'Acqua “*Carta Geologica della Provincia di Treviso*”
Carta Tecnica Regionale della Regione del Veneto alla scala 1:10.000 elemento numero 084150
Istituto Geografico Militare, Carta IGM alla scala 1:25.000

14. ALLEGATI

1. Documentazione fotografica
2. Ubicazione indagini
3. Tabelle e diagrammi riassuntivi Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)
4. Verifica a liquefazione

Allegato 1 – Documentazione fotografica



Foto n.1 – Esecuzione prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH1).



Foto n.2 – Esecuzione prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH2).



Foto n.3 – Esecuzione prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH3).



Foto n.4 – Esecuzione prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH4).



Foto n.5 – Esecuzione prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH5).



Foto n.6 – Esecuzione indagine sismica H.V.S.R.



Foto n.7 – Esecuzione indagine sismica Re.Mi.



Foto n.8 – Esecuzione prova di permeabilità K1



Foto n.9 – Esecuzione prova di permeabilità K2

Allegato2 - Ubicazione indagini

Susegana (TV) - Via Pasubio

Legend

 DPSH

 HVSR

 Re.Mi.



Allegato 3 - Tabelle e diagrammi riassuntivi Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Susegana (TV) Località: Via Pasubio - Via Munizioni - Via Mercatelli	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ...DPSH1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 03/04/2025

Profondità prova 1.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	3	0.855	2.64	3.09	132.09	154.56
0.40	13	0.801	10.73	13.40	536.33	669.77
0.60	12	0.847	9.61	11.35	480.61	567.42
0.80	26	0.743	18.28	24.59	913.86	1229.41
1.00	25	0.740	17.49	23.64	874.48	1182.12
1.20	32	0.686	20.77	30.26	1038.40	1513.12
1.40	31	0.683	20.02	29.32	1000.97	1465.83
1.60	60	0.630	33.01	52.43	1650.41	2621.56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	3	3.09	Incoerente - coesivo	0	16.87	18.34	1.69	1.47	4.41	Terreno vegetale/riporto
0.6	12.25	11.86	Incoerente	0	19.12	19.32	7.2	1.47	18.01	Ghiaia argillosa
1.4	26.75	25.3	Incoerente	0	21.57	20.59	19.65	1.47	39.32	Ghiaia sabbiosa
1.6	60	52.43	Incoerente	0	24.52	21.87	30.73	1.47	88.2	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale/riporto	0.00-0.20	4.41	Coesivo Incoerente	16.87	18.34	28.32	42.07	4.59	4.32	0.34	25.72	56.7	52.07
Strato (2) Ghiaia argillosa	0.20-0.60	18.01	Incoerente	19.12	19.32	32.4	--	6.32	20.91	0.32	96.52	94.52	100
Strato (3) Ghiaia sabbiosa	0.60-1.40	39.32	Incoerente	21.57	20.59	38.8	--	10.61	45.57	0.28	201.08	129.12	100

Strato (4) Ghiaia	1.40- 1.60	88.20	Incoerente	24.52	21.87	53.46	--	20.46	102.13	0.17	429.71	160.57	100
----------------------	---------------	-------	------------	-------	-------	-------	----	-------	--------	------	--------	--------	-----

PROVA ...DPSH2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 03/04/2025

Profondità prova 2.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.52	4.12	176.13	206.08
0.40	8	0.851	7.01	8.24	350.66	412.17
0.60	10	0.847	8.01	9.46	400.51	472.85
0.80	9	0.843	7.18	8.51	358.89	425.56
1.00	11	0.840	8.74	10.40	436.78	520.13
1.20	25	0.736	17.41	23.64	870.36	1182.12
1.40	27	0.733	18.71	25.53	935.64	1276.69
1.60	31	0.680	18.41	27.09	920.44	1354.47
1.80	37	0.676	21.87	32.33	1093.37	1616.63
2.00	54	0.623	29.41	47.19	1470.34	2359.41
2.20	60	0.620	32.51	52.43	1625.69	2621.56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	4	4.12	Incoerente - coesivo	0	17.75	18.53	1.78	1.47	5.88	Terreno vegetale/riperto
1	8.75	8.7	Incoerente	0	17.85	19.02	10.69	1.47	12.86	Ghiaia argillosa
1.8	27.5	25.39	Incoerente	0	21.57	20.69	26.46	1.47	40.42	Ghiaia sabbiosa
2.2	55.5	48.5	Incoerente	0	24.52	21.77	39.99	1.47	81.58	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale/ riporto	0.00-0.20	5.88	Coesivo Incoerente	17.75	18.53	28.76	56.19	6.06	5.77	0.34	33.70	59.6	60.09
Strato (2) Ghiaia argillosa	0.20-1.00	12.86	Incoerente	17.85	19.02	30.86	--	5.28	14.95	0.33	70.33	96.43	83.73
Strato (3) Ghiaia sabbiosa	1.00-1.80	40.42	Incoerente	21.57	20.69	39.13	--	10.84	46.84	0.27	206.36	138.44	100
Strato (4) Ghiaia	1.80-2.20	81.58	Incoerente	24.52	21.77	51.47	--	19.13	94.47	0.19	399.32	167.46	100

PROVA ...DPSH3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 03/04/2025

Profondità prova 2.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	3	0.855	2.64	3.09	132.09	154.56
0.40	6	0.851	5.26	6.18	262.99	309.12
0.60	5	0.847	4.01	4.73	200.25	236.42
0.80	7	0.843	5.58	6.62	279.14	330.99
1.00	4	0.840	3.18	3.78	158.83	189.14
1.20	3	0.836	2.37	2.84	118.63	141.85
1.40	7	0.833	5.51	6.62	275.67	330.99
1.60	4	0.830	2.90	3.50	144.98	174.77
1.80	7	0.826	5.05	6.12	252.73	305.85
2.00	32	0.673	18.82	27.96	941.22	1398.17
2.20	37	0.670	21.67	32.33	1083.34	1616.63
2.40	60	0.617	32.36	52.43	1617.88	2621.56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	3	3.09	Incoerente - coesivo	0	16.87	18.34	1.69	1.47	4.41	Terreno vegetale/riporto
1.8	4.19	3.94	Coesivo	0	17.85	18.53	17.65	1.47	6.16	Argilla sabbiosa
2.2	33.25	29.05	Incoerente	0	21.87	21.18	36.31	1.47	48.88	Ghiaia sabbiosa
2.4	60	52.43	Incoerente	0	24.52	21.87	43.13	1.47	88.2	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità di onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale/riporto	0.00-0.20	4.41	Coesivo Incoerente	16.87	18.34	28.32	42.07	4.59	4.32	0.34	25.72	56.7	52.07
Strato (2) Argilla sabbiosa	0.20-1.80	6.16	Coesivo	17.85	18.53	--	58.94	6.34	6.04	--	--	93.7	--
Strato (3) Ghiaia sabbiosa	1.80-2.20	48.88	Incoerente	21.87	21.18	41.66	--	12.54	56.63	0.26	246.73	153.26	100
Strato (4) Ghiaia	2.20-2.40	88.20	Incoerente	24.52	21.87	53.46	--	20.46	102.13	0.17	429.71	174.38	100

PROVA ...DPSH4

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 03/04/2025

Profondità prova 2.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	5	0.855	4.40	5.15	220.16	257.60
0.40	7	0.851	6.14	7.21	306.83	360.64
0.60	7	0.847	5.61	6.62	280.35	330.99
0.80	10	0.843	7.98	9.46	398.77	472.85
1.00	17	0.790	12.70	16.08	634.84	803.84
1.20	15	0.786	11.15	14.19	557.68	709.27
1.40	27	0.733	18.71	25.53	935.64	1276.69
1.60	29	0.730	18.49	25.34	924.41	1267.09
1.80	36	0.676	21.28	31.46	1063.82	1572.94
2.00	60	0.623	32.67	52.43	1633.72	2621.56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	5	5.15	Incoerente - coesivo	0	18.34	18.63	1.83	1.47	7.35	Terreno vegetale/riporto
0.8	7.5	7.19	Incoerente	0	17.26	18.83	8.85	1.47	11.03	Ghiaia argillosa
1.8	19.9	18.35	Incoerente	0	20.89	20.01	24.47	1.47	29.25	Ghiaia sabbiosa
2	60	52.43	Incoerente	0	24.52	21.87	37.37	1.47	88.2	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH4

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità di onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale/riporto	0.00-0.20	7.35	Coesivo Incoerente	18.34	18.63	29.2	70.51	7.53	7.21	0.34	41.57	61.94	67.16
Strato (2) Ghiaia argillosa	0.20-0.80	11.03	Incoerente	17.26	18.83	30.31	--	4.92	12.83	0.33	60.88	90.65	78.46

Strato (3) Ghiaia sabbiosa	0.80- 1.80	29.25	Incoerente	20.89	20.01	35.78	--	8.58	33.92	0.3	152.26	129.05	100
Strato (4) Ghiaia	1.80- 2.00	88.20	Incoerente	24.52	21.87	53.46	--	20.46	102.13	0.17	429.71	168.07	100

PROVA ...DPSH5

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 03/04/2025

Profondità prova 1.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	7	0.855	6.16	7.21	308.22	360.64
0.40	12	0.851	10.52	12.36	525.99	618.25
0.60	10	0.847	8.01	9.46	400.51	472.85
0.80	26	0.743	18.28	24.59	913.86	1229.41
1.00	21	0.740	14.69	19.86	734.56	992.98
1.20	18	0.786	13.38	17.02	669.21	851.13
1.40	33	0.683	21.31	31.21	1065.55	1560.40
1.60	60	0.630	33.01	52.43	1650.41	2621.56

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturato (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	7	7.21	Incoerente	0	17.06	18.83	1.71	1.47	10.29	Terreno di riporto
0.6	10.5	10.19	Incoerente	0	18.53	19.12	7.12	1.47	15.44	Ghiaia argillosa
1.4	21.25	20.1	Incoerente	0	21.08	20.1	19.26	1.47	31.24	Ghiaia sabbiosa
1.6	60	52.43	Incoerente	0	24.52	21.87	30.14	1.47	88.2	Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH5

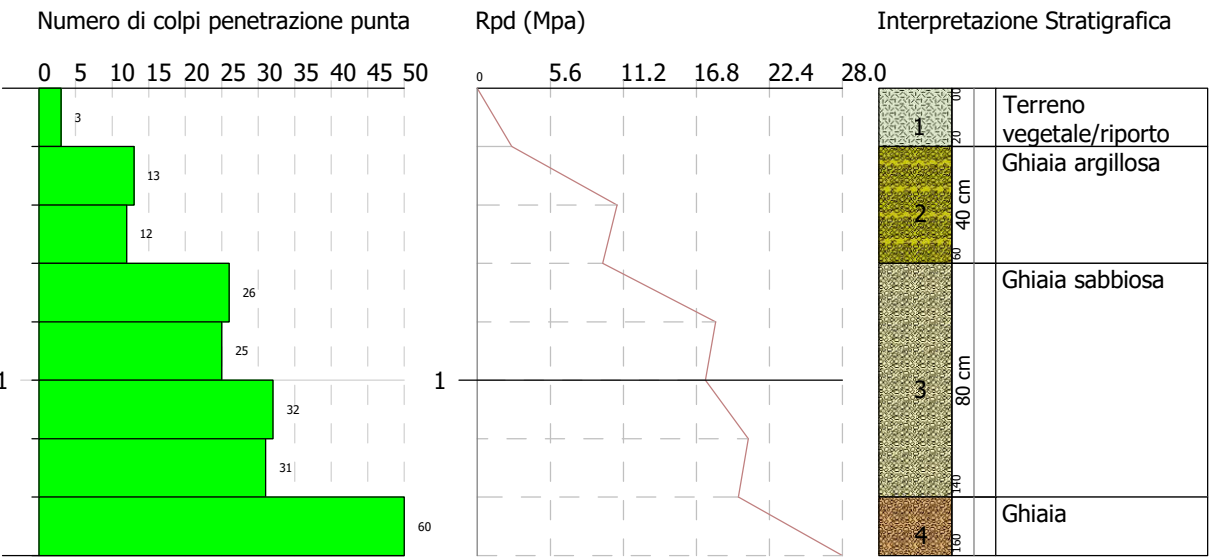
Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturato (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno di riporto	0.00- 0.20	10.29	Incoerente	17.06	18.83	30.09	--	4.77	11.98	0.33	57.03	65.66	79.53
Strato (2) Ghiaia argillosa	0.20- 0.60	15.44	Incoerente	18.53	19.12	31.63	--	5.80	17.94	0.32	83.51	92.04	93.88

Strato (3) Ghiaia sabbiosa	0.60- 1.40	31.24	Incoere nte	21.08	20.10	36.37	--	8.99	36.22	0.29	161.98	124.08	100
Strato (4) Ghiaia	1.40- 1.60	88.20	Incoere nte	24.52	21.87	53.46	--	20.46	102.13	0.17	429.71	160.57	100

Committente:
Descrizione: Susegana (TV)
Localita': Via Pasubio - Via Munizioni - Via Mercatelli

03/04/2025

Scala 1:25



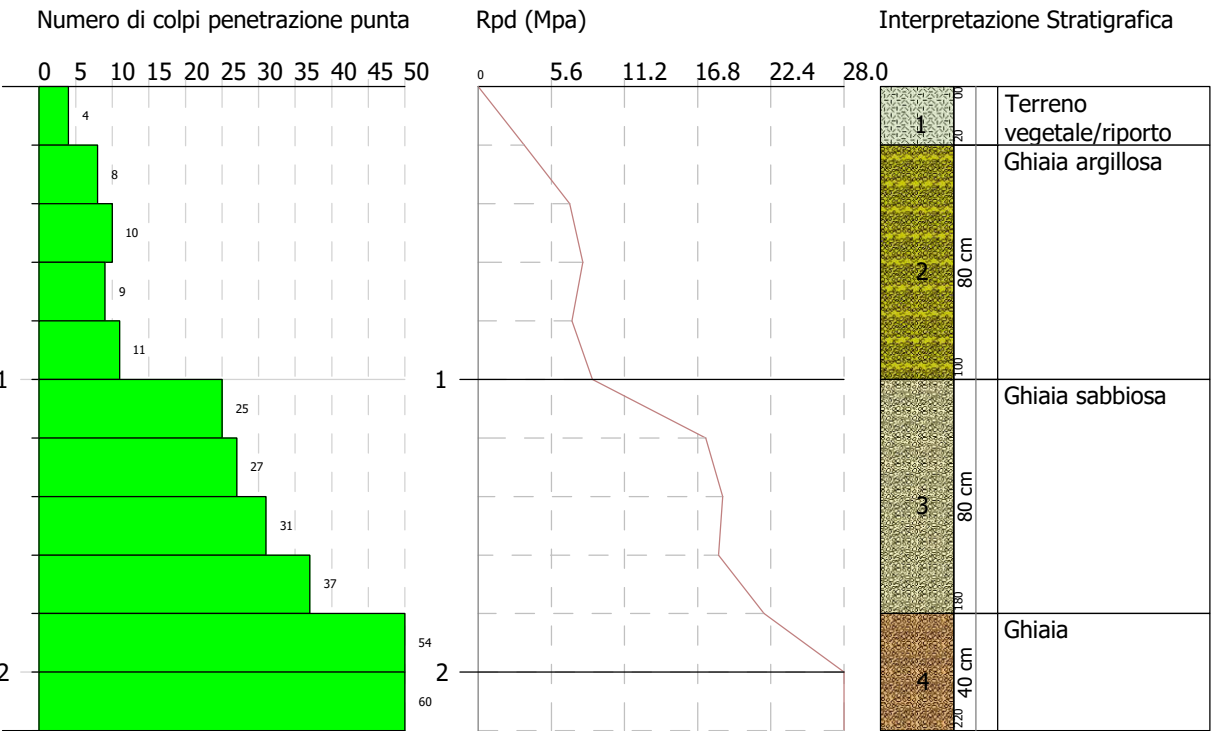
SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

Committente:
Descrizione: Susegana (TV)
Localita': Via Pasubio - Via Munizioni - Via Mercatelli

03/04/2025

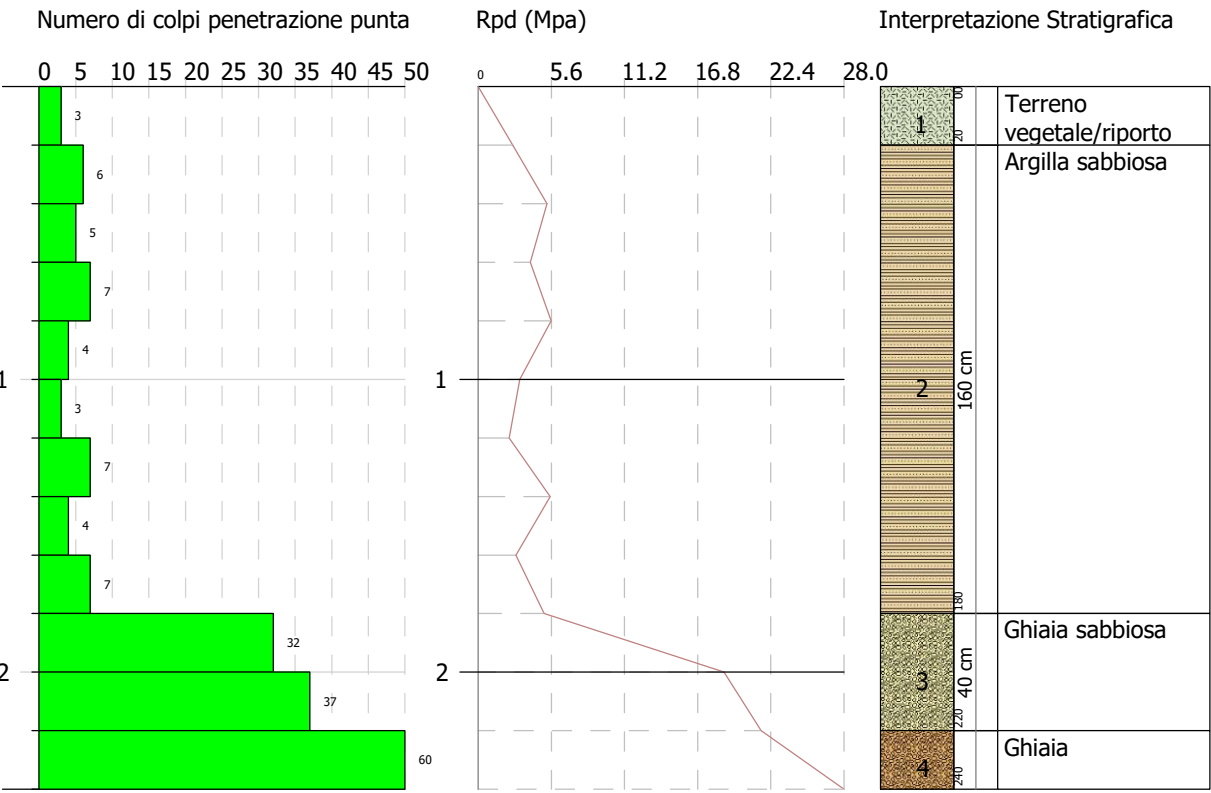
Scala 1:25



Committente:
Descrizione: Susegana (TV)
Localita': Via Pasubio - Via Munizioni - Via Mercatelli

03/04/2025

Scala 1:25



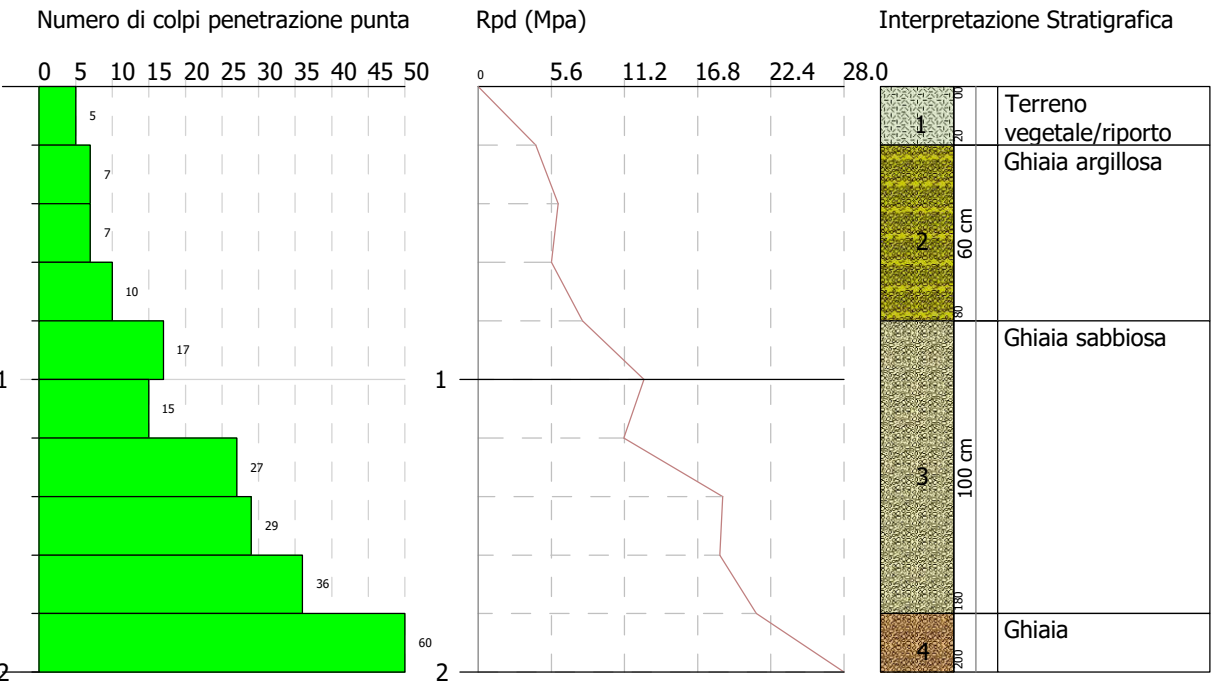
SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

Committente:
Descrizione: Susegana (TV)
Localita': Via Pasubio - Via Munizioni - Via Mercatelli

03/04/2025

Scala 1:25



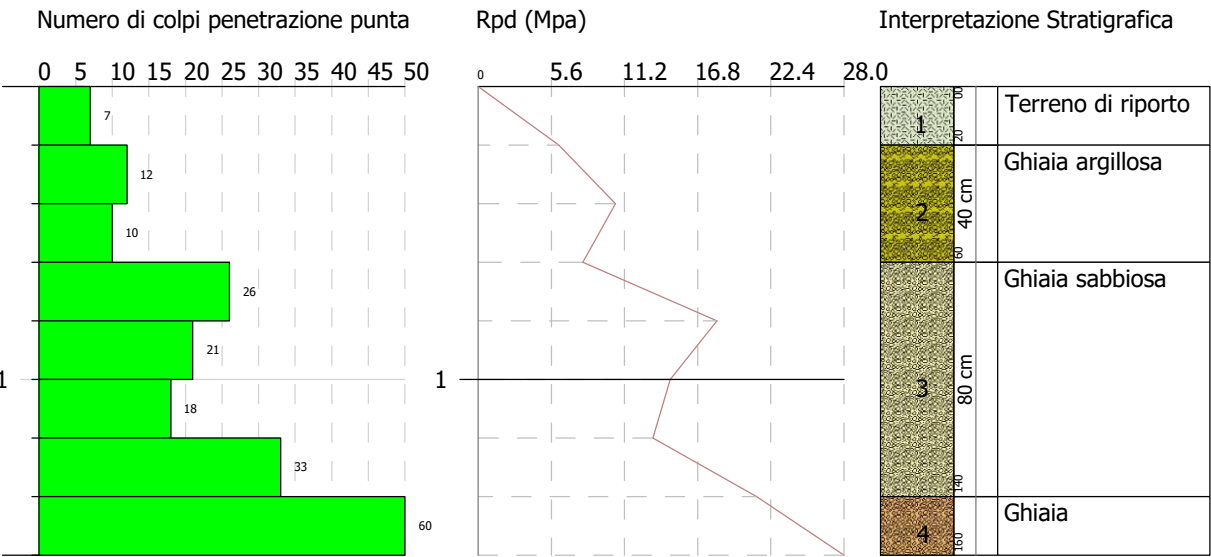
SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

Committente:
Descrizione: Susegana (TV)
Localita': Via Pasubio - Via Munizioni - Via Mercatelli

03/04/2025

Scala 1:25



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

Allegato 4 – Verifica a liquefazione

DPSH4

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Indirizzo, Coordinate: Susegana (TV) - Via Pasubio – Via Munizioni – Via Mercatelli

Data 03/09/2025

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 11 m

CARICHI SUL PIANO CAMPAGNA

Base 0.8 m

Lunghezza 28 m

Carico in superficie 100 kPa

Metodo calcolo stato tensionale Bussinesq

Coefficiente di Poisson 0.25

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.31

Fattore amplificazione 2.421

Tipo Suolo: B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.6

Peak ground acceleration (PGA) 0.372

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza a attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	Terreno vegetale/riporto	0	0.2	15.98	18.63	7.35	0	0	0	61.94
2	Argilla sabbiosa	0.2	1.8	20.5	22.56	18.74	0	0	0	113.58
3	Ghiaia sabbiosa - Ghiaia	1.8	15	21.18	20.2	32.91	0	0	0	188.8

Tokimatsu-Yoshimi (1983)

Strato Nr.	Consistenza terreno
1-Terreno vegetale/riporto	Mediamente sciolto
2-Argilla sabbiosa	Mediamente sciolto

	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Coefficiente correttivo (rn)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs
1	11.20	237.142	235.181	0.832	0.560	0.241	0.114	2.12
2	11.40	241.142	237.219	0.829	0.560	0.237	0.114	2.08
3	11.60	245.143	239.259	0.826	0.560	0.234	0.115	2.04
4	11.80	249.145	241.300	0.823	0.560	0.230	0.115	2.00
5	12.00	253.149	243.342	0.820	0.560	0.227	0.116	1.97
6	12.20	257.153	245.385	0.817	0.560	0.224	0.116	1.93
7	12.40	261.159	247.430	0.814	0.560	0.221	0.116	1.90
8	12.60	265.166	249.475	0.811	0.560	0.218	0.117	1.87
9	12.80	269.174	251.522	0.808	0.560	0.216	0.117	1.84
10	13.00	273.182	253.569	0.805	0.560	0.213	0.117	1.82
11	13.20	277.192	255.617	0.802	0.560	0.211	0.118	1.79
12	13.40	281.202	257.666	0.799	0.560	0.208	0.118	1.77
13	13.60	285.214	259.716	0.796	0.560	0.206	0.118	1.74
14	13.80	289.226	261.767	0.793	0.560	0.204	0.119	1.72
15	14.00	293.239	263.819	0.790	0.560	0.202	0.119	1.70
16	14.20	297.252	265.871	0.787	0.560	0.200	0.119	1.68
17	14.40	301.266	267.924	0.784	0.560	0.198	0.119	1.66
18	14.60	305.281	269.977	0.781	0.560	0.196	0.120	1.64
19	14.80	309.297	272.032	0.778	0.560	0.194	0.120	1.62

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso