

## Comune di SUSEGANA

OGGETTO

### Piano Urbanistico Attuativo "Via SARTOR"

COMMITTENTE

Norbert Le Gallais

Bruno Zambon

Maurizio Granziera

Luciano Zambon

Sestiere San Marco 3051  
31021 Venezia

via Garibaldi, 19  
31058 Susegana (TV)

via Distrettuale, 166 int. 2  
31025 Santa Lucia di Piave (TV)

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

PROGETTISTA

Arch. Dino De Zan

DIRETTORE TECNICO

Arch. Marco Pagani

STUDIO DI COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA e GEOLOGICA

Dott. Geol. Filippo Torresan

ELABORATO

### Studio di compatibilità geologica, idrogeologica e geomorfologica

scala

-

codice

DR20210024UAR00AGM01

# 19

EMISSIONE

rev	data	descrizione	redatto	controllato
02	maggio 2023	Elaborati per adozione	FT	FT
01	febbraio 2023	Elaborati adeguati alle integrazioni Prot. 295/2023 - Rif. 18045/2022	FT	FT
00	settembre 2022	Elaborati per adozione	FT	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

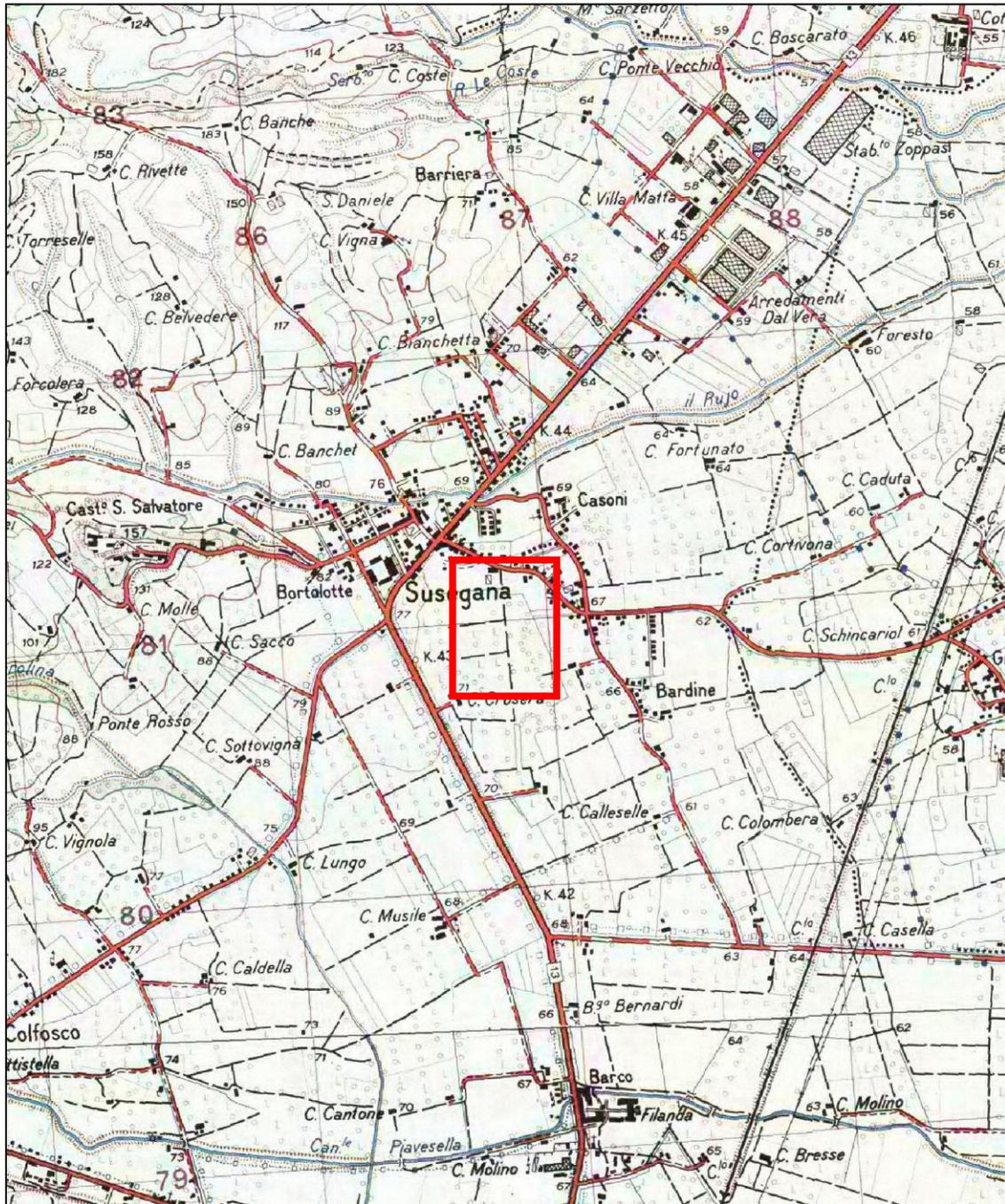
## INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	5
3. INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO.....	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....	10
5. INDAGINI IN SITO .....	16
6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE .....	17
7. MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE.....	20
7.1 Prova di permeabilità K1 (DPSH1).....	21
7.2 Prova di permeabilità K2 (DPSH4).....	23
8. MODELLO GEOTECNICO LOCALE .....	25
9. MODELLO SISMICO LOCALE .....	27
9.1 Modello sismico locale .....	27
9.1.1 Frequenza di risonanza di sito .....	27
9.1.2 Ricostruzione sismo-stratigrafica (Vs).....	27
9.1.3 Categoria di sottosuolo .....	28
9.1.4 Categoria topografica .....	30
10. VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	31
11. BIBLIOGRAFIA .....	34
12. SITOGRAFIA.....	34
13. CARTOGRAFIA.....	34
14. ALLEGATI.....	34

## 1. PREMESSA

Per conto di Norbert Le Gallais, Bruno Zambon, Luciano Zambon, Maurizio Granziera è stato redatto il presente studio di compatibilità geologica, idrogeologica e geomorfologica a corredo del progetto denominato: **PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "VIA SARTOR"**

L'area oggetto di studio è situata tra Via Egidio Sartor e la lottizzazione di Via Sergio Bertazzoni nel Comune di Susegana in Provincia di Treviso (Figura 1).



**Figura 1.** Estratto da Tavoleta IGM alla scala 1:25.000 Foglio n°38 Quadrante I Orientamento SO "Conegliano". Il poligono rosso indica l'area in studio.

Il presente studio 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;
- Riconoscere le proprietà del sistema idrogeologico locale;
- Determinare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione;
- Definire il modello sismico locale con valutazione della categoria di sottosuolo;
- Evidenziare gli accorgimenti da adottare nella progettazione in relazione alle problematiche geologiche ed idrogeologiche del territorio;
- Verificare la compatibilità e sostenibilità degli interventi di progetto in relazione alla dinamica delle componenti del territorio di cui ai punti precedenti;

La presente relazione è stata realizzata in ottemperanza alla **Legge regionale 23 aprile 2004, n. 11 "Norme per il governo del territorio"**.

In particolare alla SEZIONE II: "Attuazione della pianificazione urbanistica" all'Art. 19 "Piani urbanistici attuativi (PUA) "...omissis... 2) *In funzione degli specifici contenuti, il piano urbanistico attuativo è formato dagli elaborati necessari individuati tra quelli di seguito elencati: ...omissis... d) la verifica di compatibilità geologica, geomorfologica e idrogeologica dell'intervento;*"

Il presente studio si è articolato nei seguenti punti:

- Analisi degli elaborati progettuali preliminari;
- Acquisizione, analisi e valutazione critica della bibliografia esistente;
- Rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area;
- Indagine geognostica in sito mediante esecuzione di **n. 5 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)**, spinte fino alla massima profondità di circa 7,20 m da p.c. locale, coincidente con il raggiungimento del rifiuto strumentale, per la caratterizzazione geologica e la parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione;
- Esecuzione di **n. 2 Prove di permeabilità in foro di sondaggio** al fine di valutare le caratteristiche idrauliche dei terreni investigati;

GEOLOGO Filippo Torresan

- Indagine geofisica in sito mediante esecuzione di **n. 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** al fine di individuare la frequenza di risonanza del terreno per eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture e per determinare la categoria di suolo di fondazione;
- Elaborazione ed interpretazione dei risultati;
- Sintesi e prescrizioni per le opere in progetto;

Per la stesura della presente relazione geologica e geotecnica, oltre ai dati di archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati sperimentali e le osservazioni derivanti dai rilevamenti e dalle prove in sito effettuati in data 23 luglio 2022.

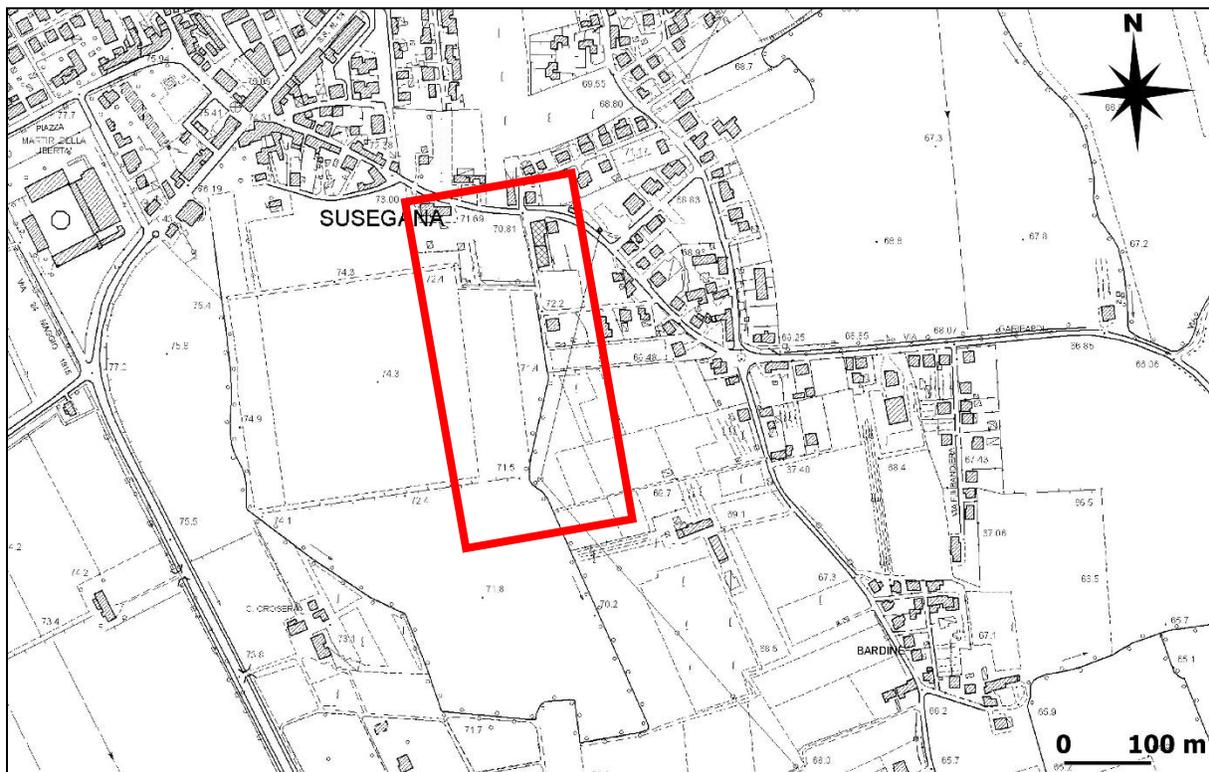
Si specifica che **le ipotesi e le valutazioni tecniche formulate nel presente elaborato devono essere intese come inquadramento preliminare per il dimensionamento e la valutazione della fattibilità delle opere previste.**

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in esame si colloca nel settore centro-orientale del territorio comunale di Susegana, a sud del centro comunale, tra Via Egidio Sartor e la lottizzazione di Via Sergio Bertazzoni (Figura 2). Esso si colloca a sud dei rilievi collinari del Trevigiano ad est del rilievo collinare del Montello (Figura 3).

Le quote del piano campagna, definite a seguito del rilievo topografico di dettaglio eseguito presso le aree in esame, si attestano su valori compresi tra un massimo di circa 71,9 m s.l.m. ed un minimo di circa 68,8 m s.l.m. Nello specifico si segnala che il settore del sito in studio localizzato a sudest è posto in posizione ribassata rispetto alla restante area di lottizzazione.

La rete idrica superficiale individua come elemento idrico principale il Fiume Piave il quale scorre a circa 3,0 km in direzione ovest – sudovest. Corsi idrici minori sono rappresentati dal Torrente Ruio e dal Fosso Tombin i quali scorrono a nord delle aree di indagine (Figura 4).



**Figura 2.** Estratto da Carta Tecnica Regionale (CTR) Elemento n. 084110-084120-084150-084160 della Regione del Veneto. Il poligono rosso indica l'area in studio.

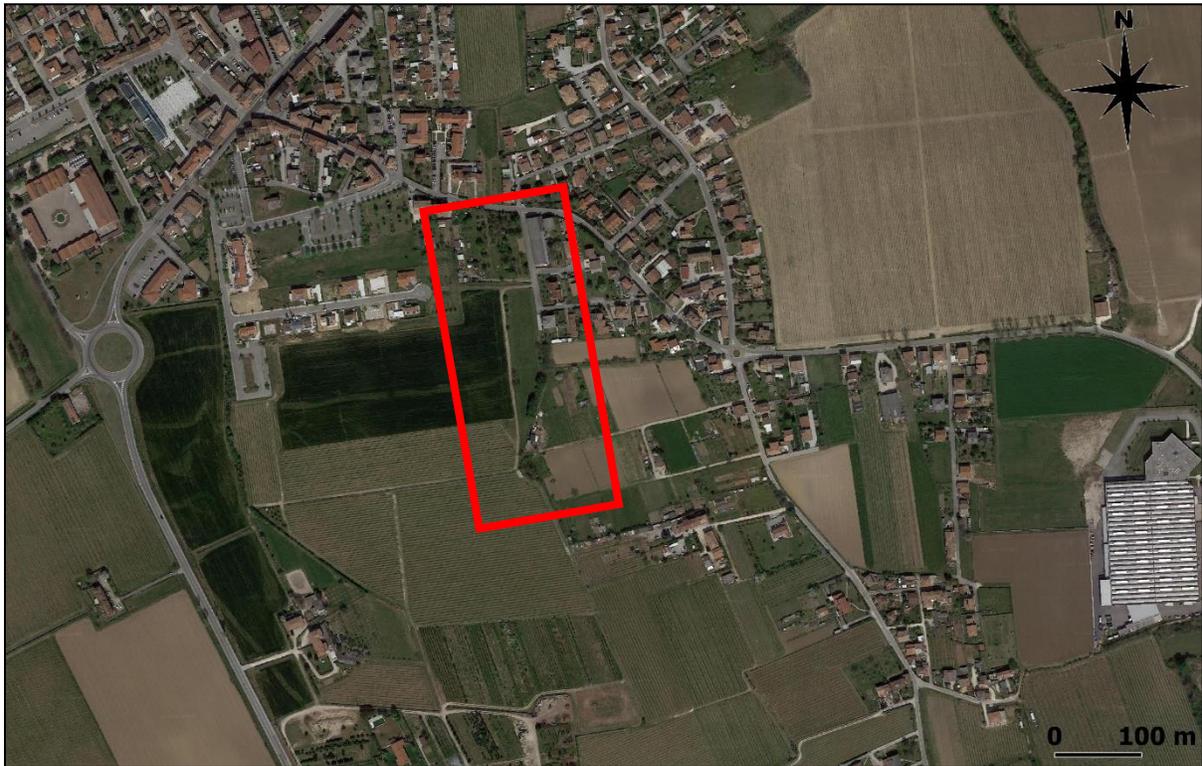


Figura 3. Immagine ottenuta da QGIS mediante servizio QMS "Google.cn Satellites". Il poligono rosso indica l'area in studio.

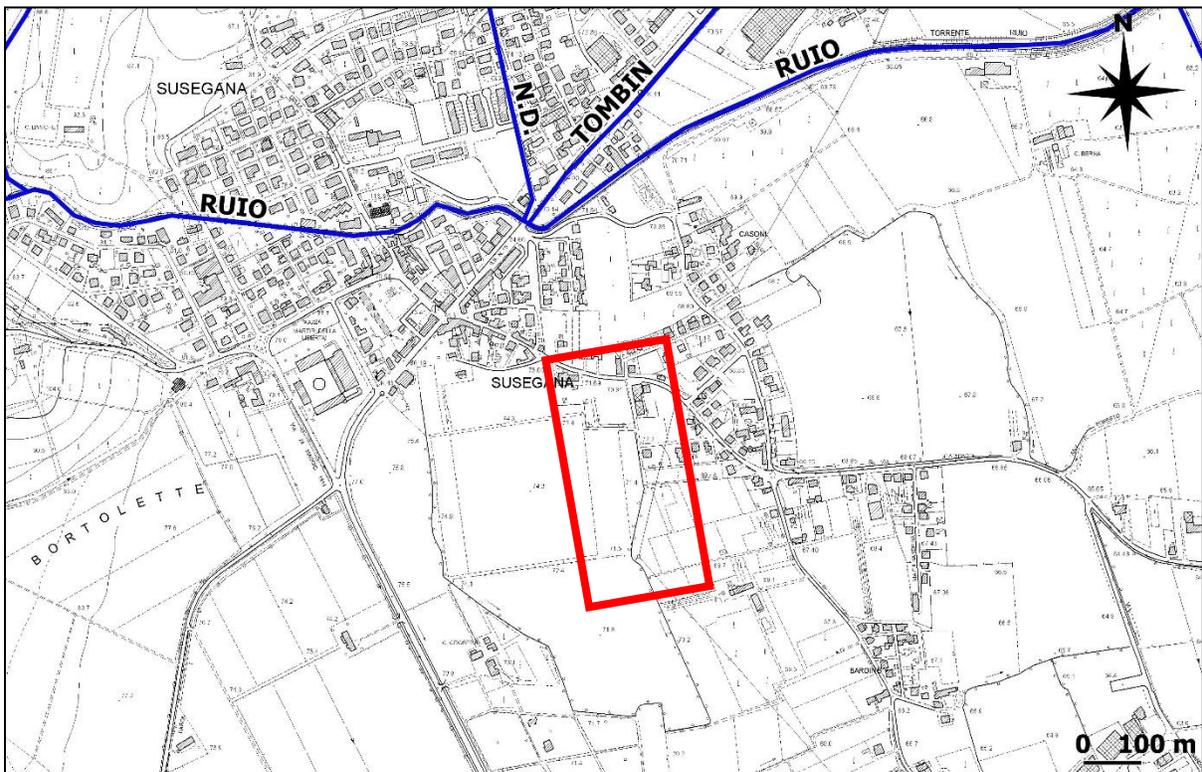


Figura 4. Inquadramento idrografico ottenuto da Geoportale Regione del veneto (<https://idt2.regione.veneto.it/>). Il poligono rosso indica l'area in studio.

### 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, 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 studio si colloca in un contesto di terreni idonei a condizione di tipo "A", in termini di compatibilità geologica ai fini urbanistici, non interessato da pericolosità idraulica e/o geologica.**

Secondo quanto contenuto nelle Norme di Attuazione del Piano di Assetto del Territorio del Comune di Susegana, all'Art. 13 – Compatibilità geologica, comma 4 si definiscono i terreni idonei a condizione come:

*"Terreni idonei a condizione in cui i presupposti geologici, puntuali o complessivi, determinano elementi di riduzione alle possibilità edificatorie perché soggette a problematiche geomorfologiche (inclinazione dei versanti vicina al 20%, esistenza di forme carsiche superficiali, possibili forme carsiche sepolte), geologiche (movimenti franosi di limitata entità che non compromettono, se non superficialmente, la stabilità dell'area), geotecniche (presenza di rilevanti spessori di copertura con caratteristiche geotecniche mediocri), idrauliche (aree esondabili e/o deflusso difficoltoso). Nella fascia di pianura, sia pur limitatamente alle zone dove affiorano facies alluvionali di origine fluviale o fluvioglaciale aventi caratteristiche di alta permeabilità, la falda freatica è esposta ad alta vulnerabilità intrinseca in previsione di possibili fenomeni d'inquinamento e sconsigliano l'installazione di attività a rischio di spandimenti di materiali pericolosi."*

Per i terreni idonei a condizione, in generale, vigono le seguenti prescrizioni (comma 5):

*“Qualsiasi progetto, la cui realizzazione preveda un’interazione con i terreni e con l’assetto idraulico presente, è sottoposto alle disposizioni presenti nel cap. 6 “Progettazione geotecnica” delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” del DM Infrastrutture del 14 gennaio 2008 e successive modifiche e aggiornamenti, di cui si richiamano alcuni punti:*

- *le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell’opera o dell’intervento e alle previste modalità esecutive;*
- *in funzione del tipo di opera e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico, che deve essere sviluppato in modo da costituire un utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche;*
- *le opere geotecniche devono essere verificate nei confronti dei possibili stati limite ultimi (SLU), stati limite di esercizio (SLE) e di sollevamento e sifonamento;*
- *le strutture di fondazione devono rispettare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e le verifiche di durabilità;*
- *devono essere valutati gli effetti della costruzione dell’opera sui manufatti attigui e sull’ambiente circostante;*
- *nel caso di fondazioni su pali, le indagini devono essere dirette anche ad accertare la fattibilità e l’idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle acque del sottosuolo.”*

Nello specifico, i terreni idonei a condizione di tipo A sono definiti al comma 6 lettera a) dell’Art.13 come:

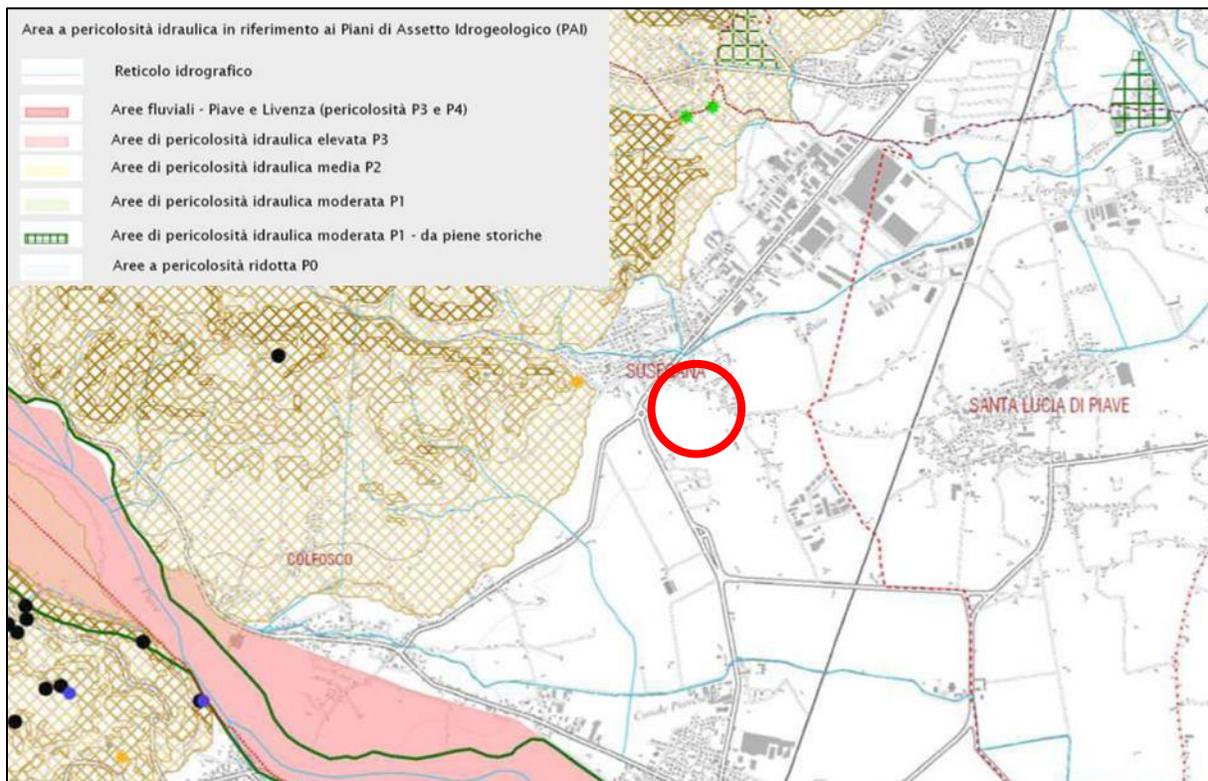
*“aree della fascia di pianura dove sono presenti terreni aventi caratteristiche geomeccaniche mediocri. Le penalizzazioni si riferiscono alla riduzione delle caratteristiche meccaniche nei primi metri sotto il p.c. che divengono localmente mediocri e variabili, in relazione alla quantità di presenza di matrice fine entro lo scheletro ghiaioso (ghiaie sporche) che conferisce minore compressibilità e possibilità di saturazione in periodi piovosi con conseguente decadimento dei parametri fisico-meccanici.”*

Per tale categoria di terreni sono definite le seguenti prescrizioni

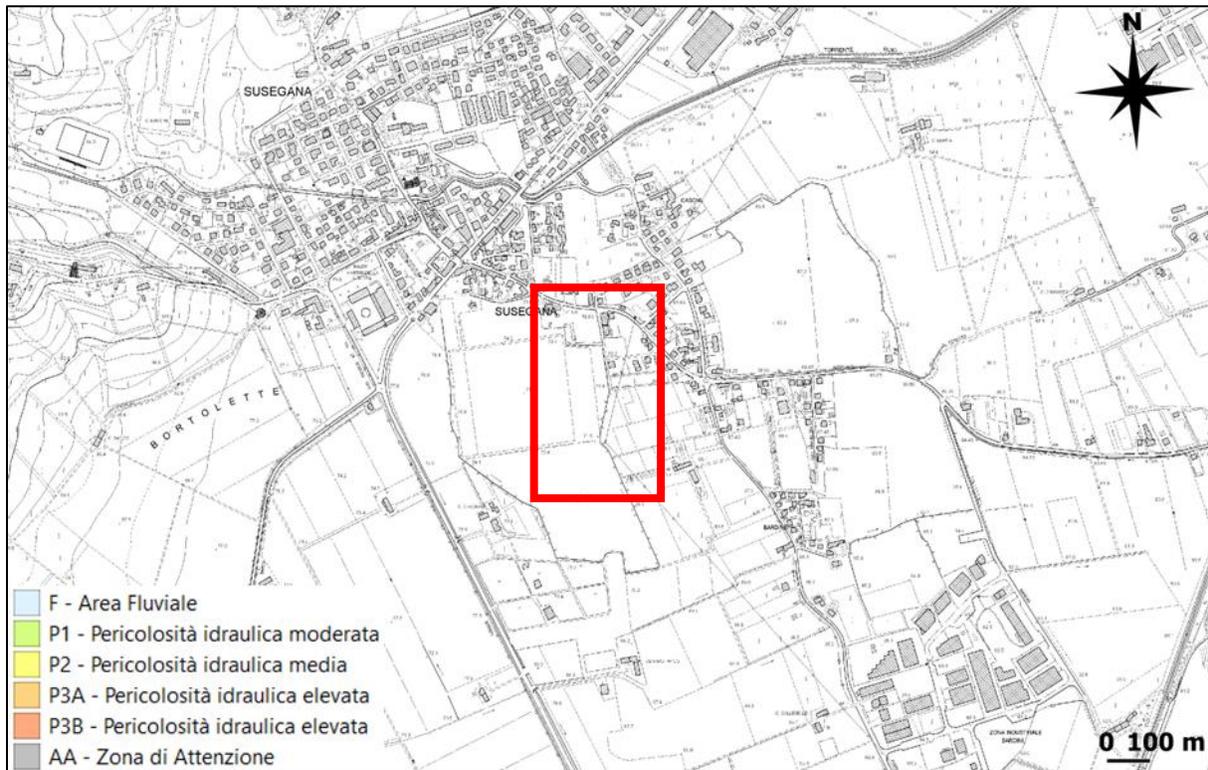
*“Gli interventi dovranno prevedere accurate indagini geologico-geotecniche puntuali, e la stabilità e salubrità dei manufatti in progetto dovrà essere assicurata da interventi di bonifica e/o prevedendo idonee opere di drenaggio. È opportuno che l’incremento sismico locale sia sempre valutato puntualmente all’interno della relazione geologica richiesta, in particolare per quanto riguarda la risposta morfotettonica.”*



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

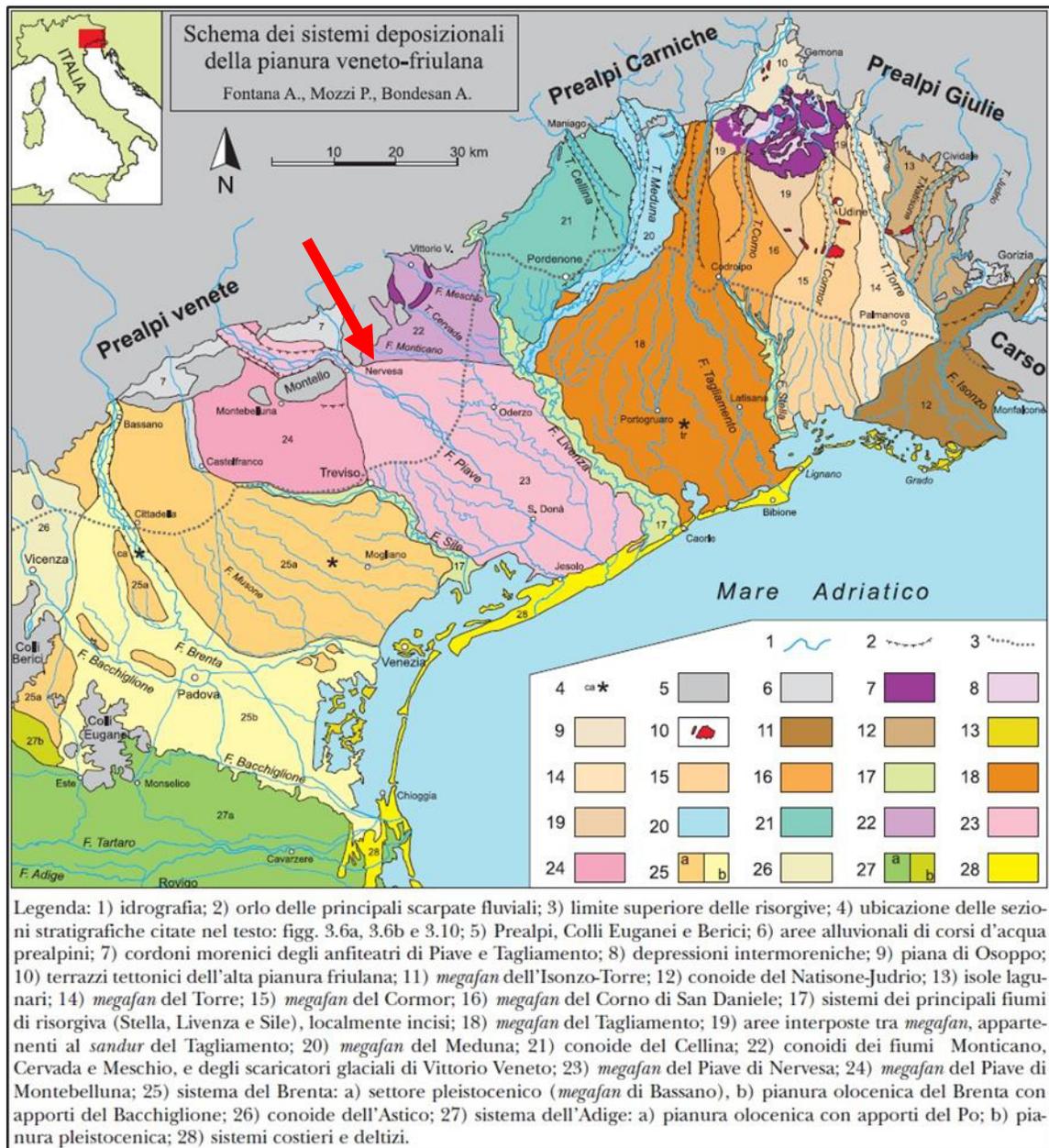
#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

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%.

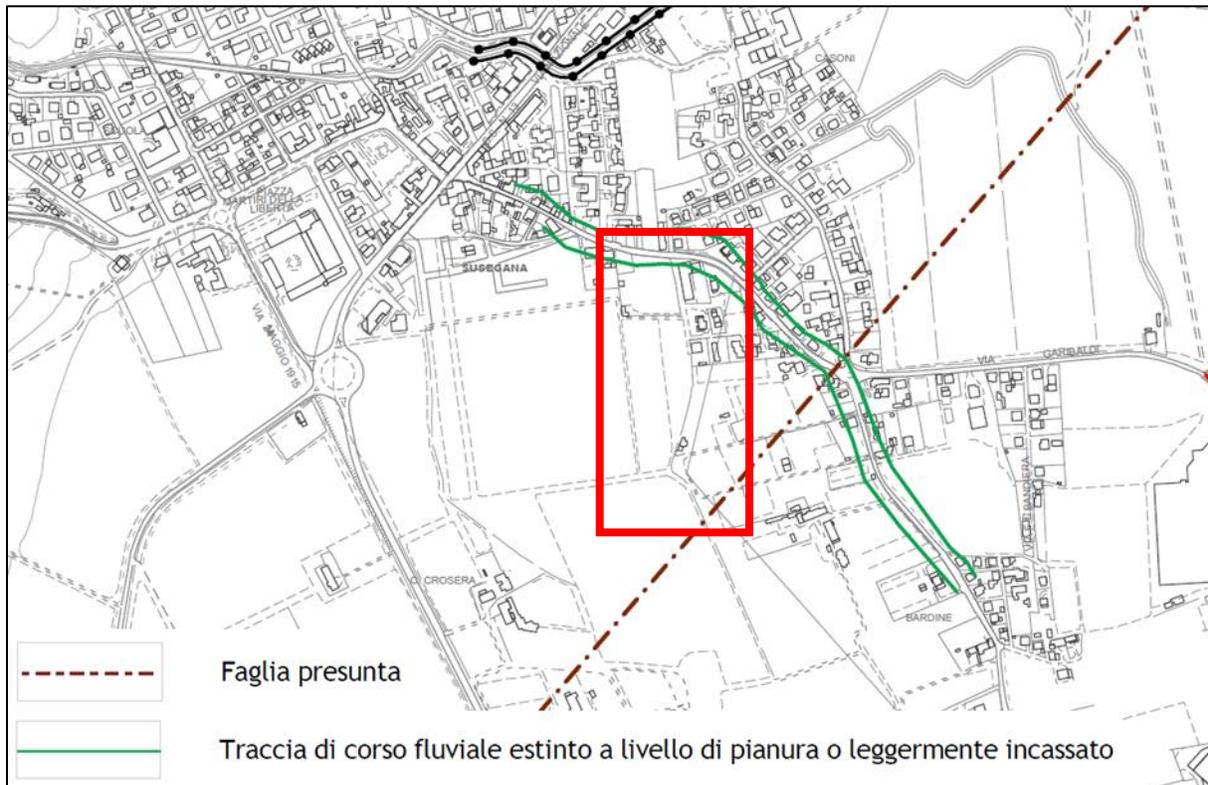
Per quanto riguarda le dinamiche che hanno portato alla formazione del settore di pianura del territorio comunale di Susegana, un ruolo predominante è stato sicuramente ricoperto dagli effetti delle correnti alluvionali dei principali corsi d'acqua, in primis il Piave ed a seguire i torrenti Rujo e Crevada, 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 PAT del Comune di Susegana* (Figura 9) non si individuano criticità che interferiscono con il sito in esame. Si segnala a nord e ad est la presenza di traccia di corso fluviale estinto a livello di pianura o leggermente incassato a testimonianza delle divagazioni effettuate dai corsi idrici che interessavano il territorio. Tale evidenza potrebbe essere correlata ad un paleoalveo che serviva da scarico delle acque del bacino del Rujo.



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

Per quanto concerne l'assetto geologico locale, come indicato, il settore di pianura 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 in contatto con depositi caratterizzati dall'alternanza di ghiaie e sabbie con limi e argille. Nello specifico la *Carta litologica del PAT del Comune di Susegana* (Figura 11) colloca il sito in esame in corrispondenza di materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa. Si tratta di accumuli di materiali argillosi e limosi in parte legati alla locale degradazione ed alterazione dei conglomerati ed in parte trasportati per soliflusso o ad opera delle acque correnti. Di composizione eterogenea e variabile, localmente divengono più ghiaiosi. La morfologia di queste alluvioni è subpianeggiante, in quanto tende a coprire il fondovalle in origine erosivo e a forma di V.

Piu a sud i depositi limo-argillosi si sostituiscono a materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa. Essi sono costituiti da ghiaie sabbiose (o con sabbia), debolmente limose. Rare e con limitata estensione le lenti a granulometria più fine: sabbia con ghiaia, sabbia fine, limo e sabbia. I ciottoli dello scheletro sono ben arrotondati, spesso mostrano una debole isorientazione che può simulare una pseudo-stratificazione. Localmente, a profondità rilevanti, sono presenti letti cementati, spesso descritti con il termine di conglomerato. Dal punto di vista geotecnico essi evidenziano ottime caratteristiche meccaniche, che migliorano con la profondità. La permeabilità di questi terreni è in genere elevata.

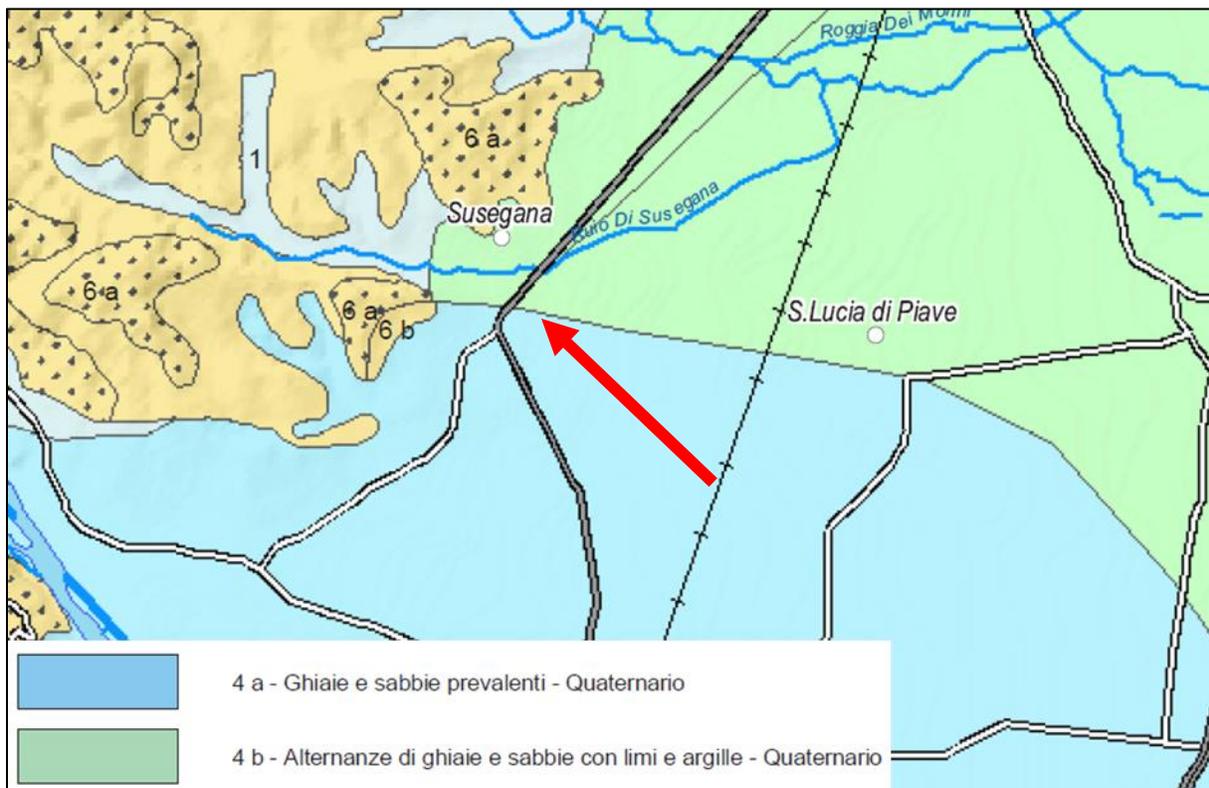
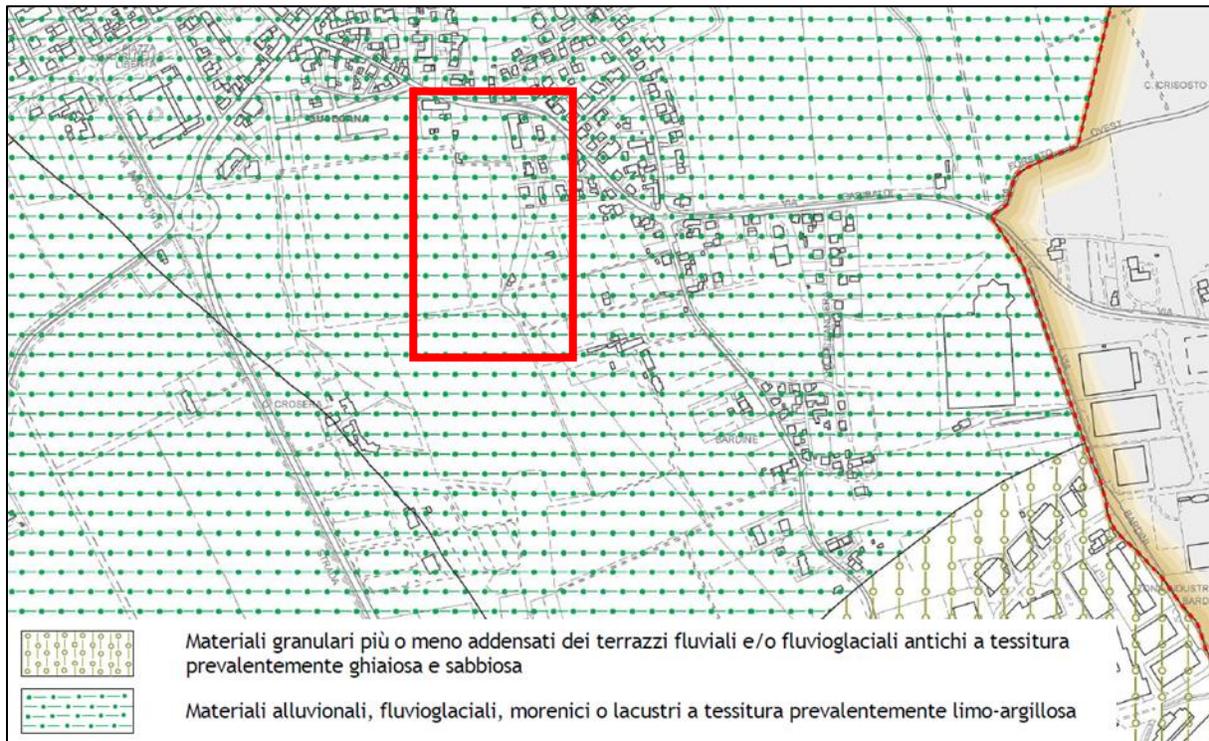
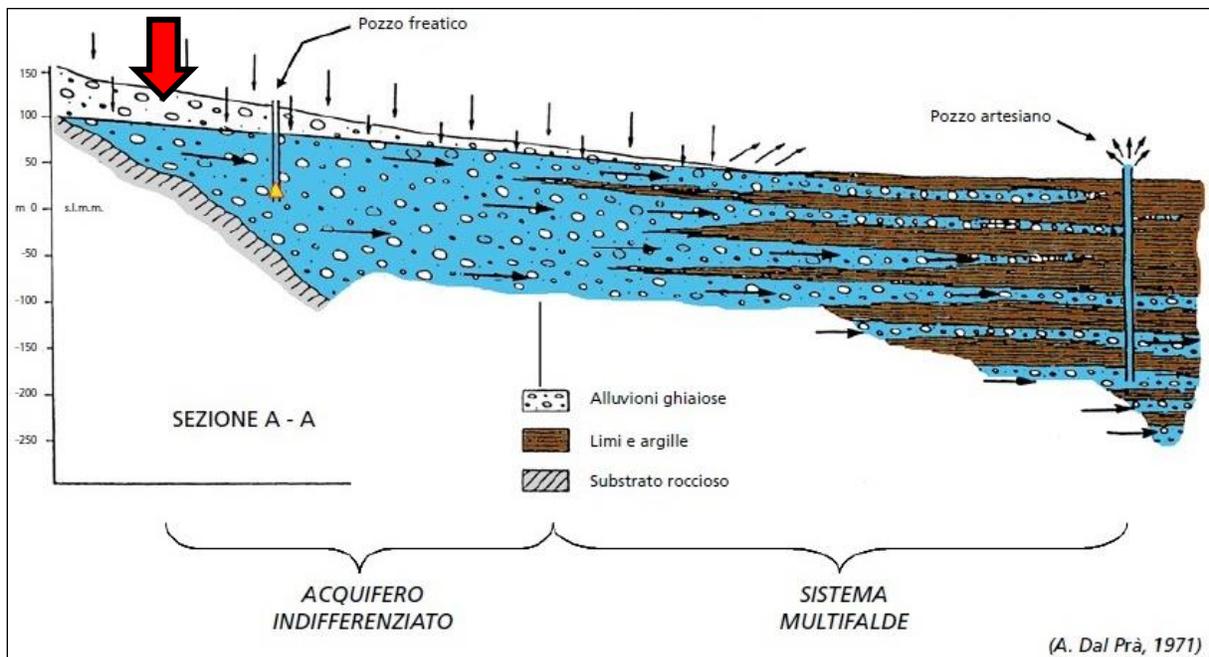


Figura 10. Estratto da Carta geologica del Veneto alla scala 1:250.000. La freccia rossa indica l'area in studio.



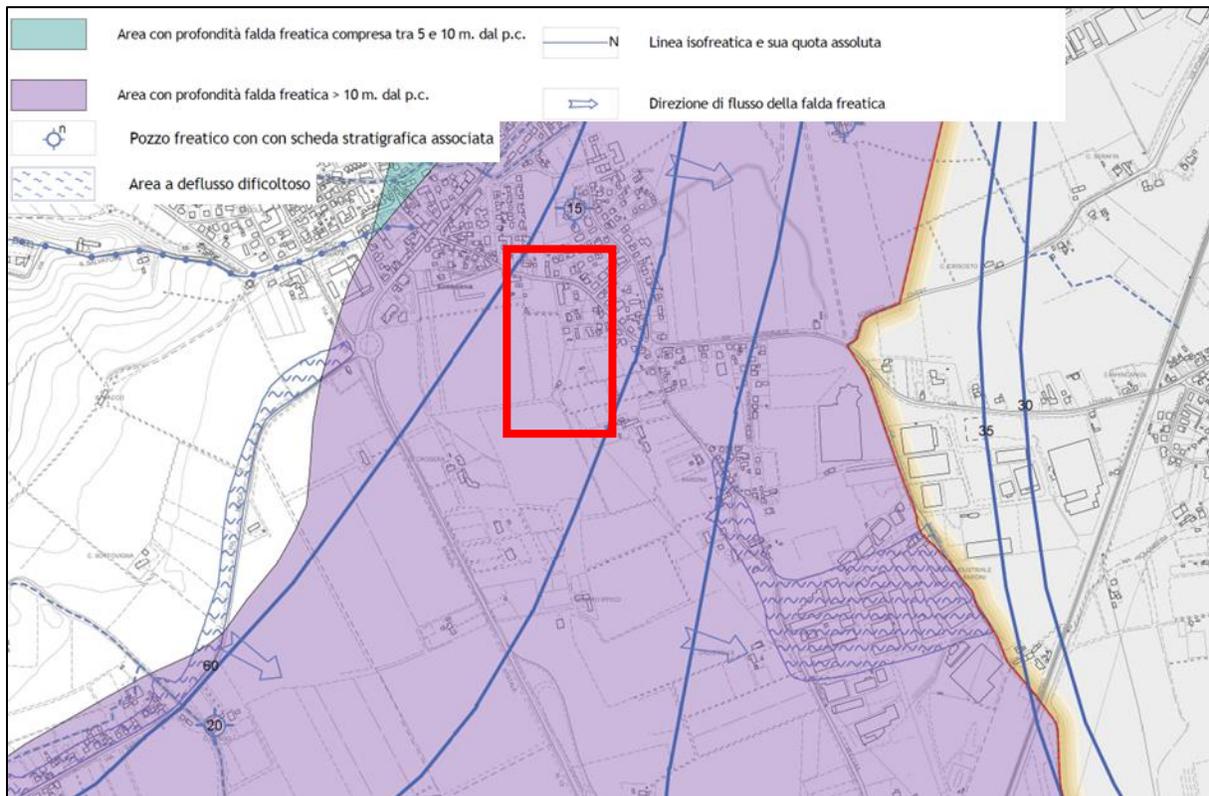
**Figura 11.** Estratto da Carta litologica del Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Susegana. Il poligono rosso indica l'area in studio.

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 della bassa pianura. I due settori sono separati dalla fascia delle risorgive (Figura 12).

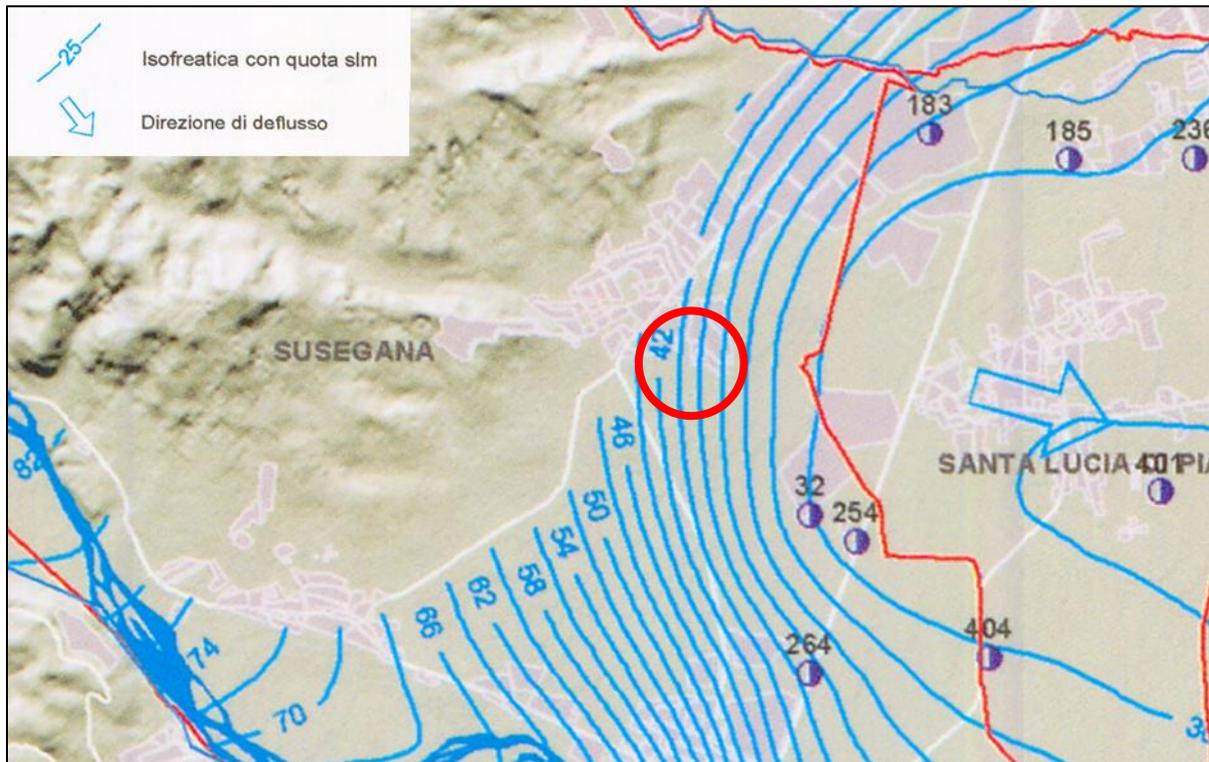


**Figura 12.** Modello idrogeologico della Pianura Veneta realizzato da A. Dal Prà, 1971 ed estratto da "ARPAV 2008 - Le acque sotterranee della pianura veneta". La freccia rossa indica la posizione approssimativa dell'area in studio.

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 compresa tra 50 e 60 m s.l.m. e con deflusso idrico sotterraneo orientato in direzione circa ONO-ESE. 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 38 e 40 m s.l.m. (Figura 14).



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



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

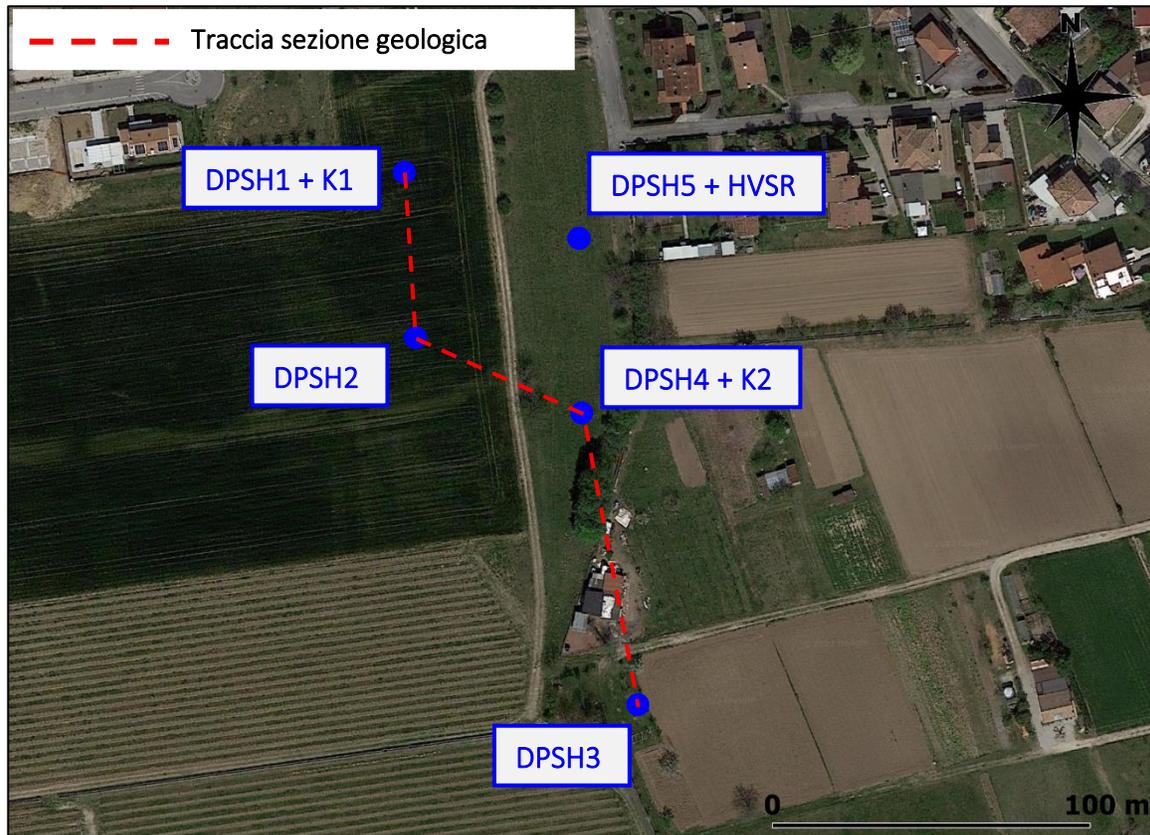
## 5. INDAGINI IN SITO

La campagna di indagini eseguite presso il sito in esame ha come obiettivo finale la caratterizzazione geologica e la parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, la definizione del modello sismico locale e la definizione delle caratteristiche idrauliche del sottosuolo.

Per tale motivo in data 23 luglio 2022 sono state eseguite presso il sito in esame:

- **Numero 5 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)** spinte fino alla massima profondità di 7,20 m da p.c. locale, coincidente con il raggiungimento del rifiuto strumentale, per la caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo nei pressi del sito in esame;
- **Numero 2 prove di permeabilità in foro di sondaggio (K)** al fine di stimare le conducibilità idraulica dei terreni investigati;
- **Numero 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;

In Figura 15 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.



**Figura 15.** Ubicazione delle prove, su base *Google Earth*, eseguite presso il sito in esame: DPSH= Prova Penetrometrica Dinamica Superpesante; HVSR= registrazione rumore sismico ambientale a stazione singola; K= prova di permeabilità; La linea tratteggiata rossa rappresenta la traccia della sezione geologica rappresentata in Figura 16.

## 6. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

L'elaborazione delle prove penetrometriche eseguite presso il sito in esame ha permesso di determinare l'assetto geolitologico caratterizzante il sottosuolo all'interno dell'intervallo di profondità investigate.

Si specifica che la prova denominata DPSH3 è stata realizzata ad una quota ribassata rispetto alle altre prove. Superficialmente si identifica la presenza di terreno vegetale (spessore circa 20 cm) a cui segue un orizzonte di argilla sabbiosa con base posta alla profondità di 1,0 – 1,40 m da p.c. In corrispondenza della prova DPSH3 tale orizzonte è sostituito da un livello di ghiaia argillosa con letto alla profondità di 1,20 m da p.c. Sottostante si ha un orizzonte poco competente costituito da argilla debolmente limosa che si sviluppa fino alla profondità di circa 3,0 – 4,60 m da p.c. Con la profondità si registra un incremento della frazione granulare marcato da un livello di ghiaia argillosa che dalla profondità di circa 4,0 – 5,80 m da p.c. passa a ghiaia sabbiosa con conseguente raggiungimento del rifiuto strumentale a diverse profondità (tra 4,20 e 7,20 m da p.c.).

In Figura 16 si riporta una sezione geologica realizzata tra le prove DPSH1 – DPSH2 – DPSH4 – DPSH3 (traccia sezione in Figura 15) che permette di avere una visione maggiormente dettagliata dell'andamento degli

strati nel sottosuolo. Da questa si nota una certa omogeneità ad eccezione di quanto rilevato nella prova DPSH3 dove il livello di argilla sabbiosa è sostituito da uno strato di ghiaia argillosa.

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

DPSH1

Orizzonte	Profondità (m)	Litologia correlata	N <sub>SPT</sub> (media minima)
A	0,00 – 0,20	Terreno vegetale	3
B	0,20 – 1,00	Argilla sabbiosa	9
C	1,00 – 4,60	Argilla debolmente limosa	2
D	4,60 – 5,20	Ghiaia argillosa	13
E	5,20 – 5,60	Ghiaia sabbiosa	>50

DPSH2

Orizzonte	Profondità (m)	Litologia correlata	N <sub>SPT</sub> (media minima)
A	0,00 – 0,20	Terreno vegetale	3
B	0,20 – 1,40	Argilla sabbiosa	8
C	1,40 – 4,60	Argilla debolmente limosa	2
D	4,60 – 5,80	Ghiaia argillosa	20
E	5,80 – 6,20	Ghiaia sabbiosa	49

DPSH3

Orizzonte	Profondità (m)	Litologia correlata	N <sub>SPT</sub> (media minima)
A	0,00 – 0,20	Terreno vegetale	6
D	0,20 – 1,20	Ghiaia argillosa	15
C	1,20 – 3,00	Argilla debolmente limosa	3
D	3,00 – 4,00	Ghiaia argillosa	13
E	4,00 – 4,20	Ghiaia sabbiosa	>50

DPSH4

Orizzonte	Profondità (m)	Litologia correlata	N <sub>SPT</sub> (media minima)
A	0,00 – 0,20	Terreno vegetale	3
B	0,20 – 1,40	Argilla sabbiosa	8
C	1,40 – 3,80	Argilla debolmente limosa	4
D	3,80 – 4,40	Ghiaia argillosa	13
E	4,40 – 5,00	Ghiaia sabbiosa	>50

DPSH5

Orizzonte	Profondità (m)	Litologia correlata	N <sub>SPT</sub> (media minima)
A	0,00 – 0,20	Terreno vegetale	3
B	0,20 – 1,20	Argilla sabbiosa	9
C	1,20 – 4,40	Argilla debolmente limosa	3
D	4,40 – 5,80	Ghiaia argillosa	19
E	5,80 – 7,20	Ghiaia sabbiosa	46

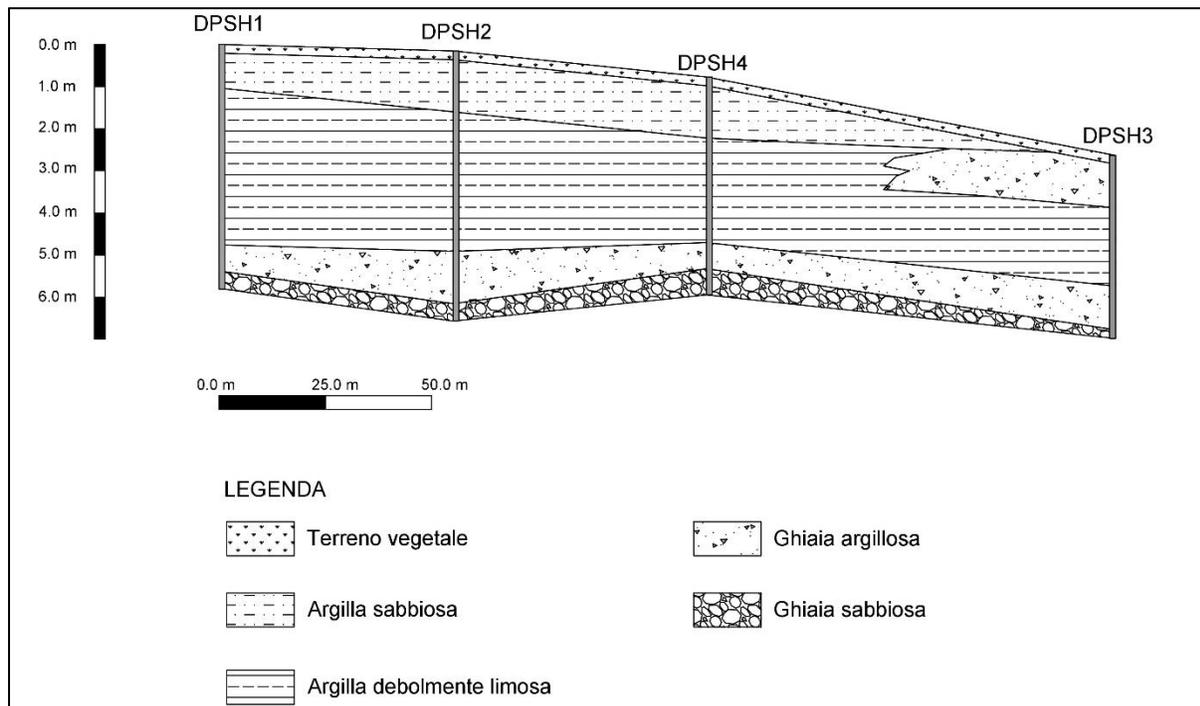


Figura 16. Sezione geologica realizzata tra le prove DPSH1 – DPSH2 – DPSH4 – DPSH3 (traccia sezione in Figura 15)

## 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 delle profondità investigate. Tale risultato avvalorava quanto indicato nel Capitolo 4 in cui si definisce che la falda freatica è posta a profondità maggiori di 10,0 m da p.c. In corrispondenza del foro di sondaggio della prova penetrometrica DPSH1 e della prova DPSH4 sono state eseguite delle prove di permeabilità al fine di determinare le caratteristiche idrauliche dei terreni investigati (Figura 15).

La permeabilità di un terreno, o conducibilità idraulica, è definita come la capacità 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. Le prove sono state eseguite 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.

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

- o Esecuzione del foro di sondaggio realizzato mediante penetrometro dinamico superpesante;
- o Misurazione della falda acquifera se presente;
- o Immissione di acqua con conseguente riempimento del foro fino ad altezza prestabilita rispetto alla falda o al fondo foro di sondaggio;
- o 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 dati rilevati durante l'esecuzione delle prove sono stati successivamente elaborati ed utilizzati per la valutazione del coefficiente di permeabilità mediante l'utilizzo della formula proposta dall'AGI 1977, di seguito riportata:

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

$k$  = coefficiente di permeabilità (m/s)

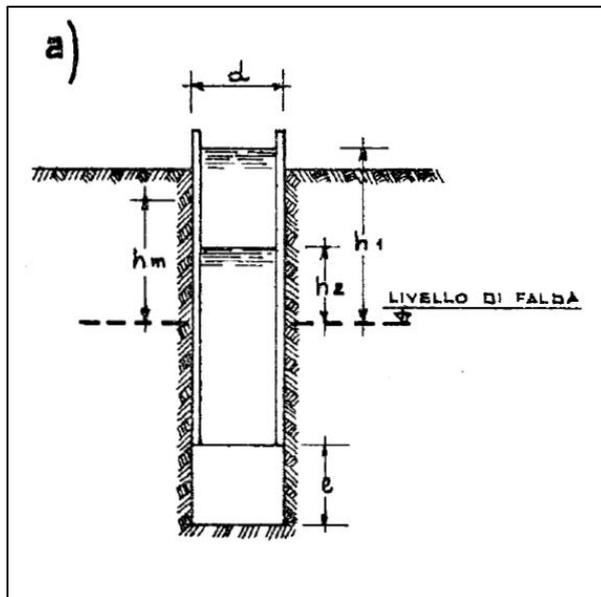
$A$  = Area del sondaggio ( $m^2$ )

$h_1, h_2$  = altezza dei livelli d'acqua (m) rispetto al livello della falda indisturbata o alla base del foro di sondaggio;

$t_1, t_2$  = tempi (s) in cui si misurano  $h_1, h_2$ ;

$C_L$  = coefficiente di forma dipendente dall'area del sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto;

Nella Figura seguente (Figura 17) si riporta uno schema relativo alla prova eseguita.



**Figura 17.** 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)".

### 7.1 Prova di permeabilità K1 (DPSH1)

Di seguito le caratteristiche della prova eseguita:

- o Esecuzione del foro di sondaggio: realizzato mediante penetrometro dinamico superpesante (prova DPSH1). Il tratto investigato si sviluppa da p.c. fino alla profondità di circa 4,0 m da p.c. (diametro di circa 5 cm);
- o Misurazione della falda acquifera se presente: Falda non presente;
- o Immissione di acqua con conseguente riempimento del foro fino ad altezza prestabilita rispetto alla falda o al fondo foro di sondaggio: riempimento fino alla profondità di 1,90 m da p.c.;

- 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 nel foro 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;

All'interno del foro di sondaggio è stato inserito un tubo in PVC di lunghezza pari a 3 metri al fine di investigare mediante prova di permeabilità i depositi posti nell'intervallo di profondità compreso tra 3,0 m e 4,0 m da p.c. Conseguentemente è stata stimata la permeabilità dei depositi costituiti da argilla debolmente limosa.

Il risultato della prova di permeabilità ha permesso di stimare un valore di conducibilità idraulica pari a  $5,6 \times 10^{-7}$  m/s.

Dati generali prova di permeabilità				Dati utilizzati per la stima del coefficiente di permeabilità			
Profondità foro	Altezza idrica iniziale	Altezza idrica finale	Durata prova	$h_1$	$h_2$	$t_1$	$t_2$
4,0 m	2,10 m	0,60 m	5400 s	0,73 m	0,60 m	1980 s	5400 s
<b>Coefficiente di permeabilità K</b>				<b><math>5.6 \times 10^{-7}</math> m/s</b>			

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

Conseguentemente si definisce che i terreni costituiti da argilla debolmente limosa sono caratterizzati da un grado di permeabilità basso ed un drenaggio povero, come indicato nelle tabelle precedentemente riportate.

## 7.2 Prova di permeabilità K2 (DPSH4)

Di seguito le caratteristiche della prova eseguita:

- o Esecuzione del foro di sondaggio: realizzato mediante penetrometro dinamico superpesante (DPSH4). Il tratto investigato si sviluppa da p.c. fino alla profondità di circa 5,0 m da p.c. (diametro di circa 5 cm);
- o Misurazione della falda acquifera se presente: Falda non presente;
- o Immissione di acqua con conseguente riempimento del foro fino ad altezza prestabilita rispetto alla falda o al fondo foro di sondaggio: Il foro non è stato saturato;
- o 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 nel foro di sondaggio sono stati misurati mediante freatometro ad avvisatore ottico ed acustico mentre i tempi trascorsi tra i successivi abbassamenti sono stati misurati mediante cronometro digitale;

La prova di permeabilità eseguita ha permesso di investigare i depositi costituiti da ghiaia argillosa e ghiaia sabbiosa presenti dalla profondità di circa 3,80 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  $1 \times 10^{-3}$  m/s.

Coefficiente di permeabilità K	$1.0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
--------------------------------	----------------------------------

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)
<b>Alto</b>	$K > 10^{-3}$	$K > 10^{-1}$
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	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	
<b>Drenaggio</b>	<b>Buono</b>			<b>Povero</b>				<b>Praticamente impermeabile</b>					
	<i>Ghiaia pulita</i>	<i>Sabbia pulita e miscela di sabbia e ghiaia pulita</i>			<i>Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscela di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati</i>				<i>Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici</i>				

Conseguentemente si definisce che i terreni profondi costituiti da ghiaia argillosa e ghiaia sabbiosa 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 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.
$\delta$	passo di avanzamento.

Nel caso specifico è stato utilizzato un coefficiente di correlazione con  $N_{spt}$  pari ad 1,47 e mantenuto costante lungo la profondità per la correlazione tra le prove DPSH e prove SPT.

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 (Cu): Sanglerat;
- Modulo edometrico (Me): Trofimenkov (1974), Mitchell-Gardner;
- Peso di volume ( $\gamma$ ): Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948/1967);

**Terreni incoerenti:**

- Angolo di attrito ( $\phi$ ): Japanese National Railway;
- Modulo Elastico (Ek): Schultze - Menzenbach;
- Peso di volume ( $\gamma$ ): 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	Cuk (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi'$ k (°)	Me (kN/m <sup>2</sup> )	Ek (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ k (kN/m <sup>3</sup> )
B	Argilla sabbiosa	60	-	6.500	-	19,0
C	Argilla debolmente limosa	30	-	3.500	-	18,0
D	Ghiaia argillosa	-	31	-	25.000	20,0
E	Ghiaia sabbiosa	-	35	-	55.000	21,5

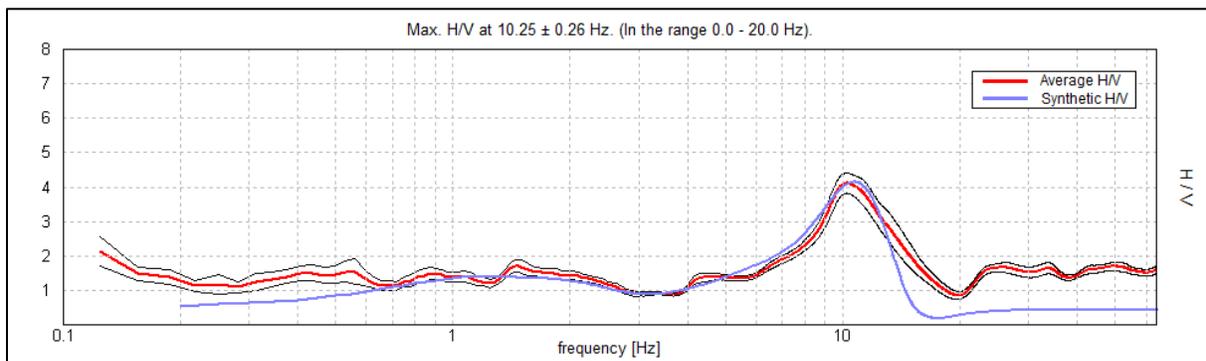
## 9. MODELLO SISMICO LOCALE

### 9.1 Modello sismico locale

Nei pressi del sito in esame è stata condotta una indagine geofisica al fine di eseguire la caratterizzazione sismica del sottosuolo con lo scopo di definire la velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) e le frequenze di vibrazione del terreno. L'indagine è stata condotta mediante l'esecuzione di una registrazione sismica ambientale in seguito elaborata con la tecnica di Nakamura (H.V.S.R.).

#### 9.1.1 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 10,25 Hz (Figura 18), generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale nell'intervallo di interesse ingegneristico-strutturale di 0,0 – 20,0 Hz.



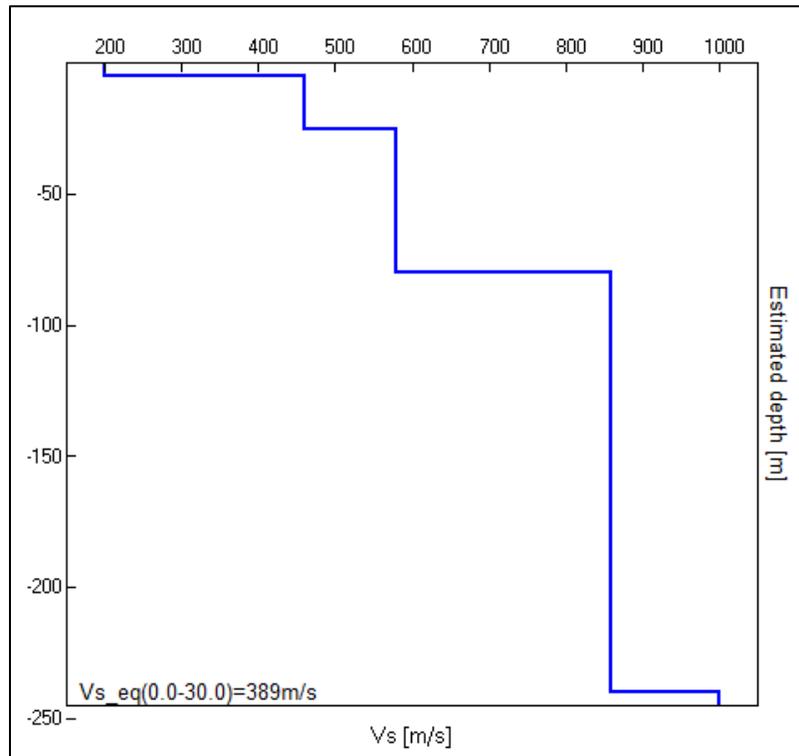
**Figura 18.** Curva spettrale H/V (rosso) e intervallo di confidenza al 95% (nero). La curva blu rappresenta la curva sintetica generata dal codice di calcolo

#### 9.1.2 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 19).

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 389 m/s.

H.V.S.R.	Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità onde di taglio $V_s$ (m/s)
I SISMOSTRATO	0,00 – ~5,00	5,00	200
II SISMOSTRATO	~5,00 – ~25,00	20,00	460
III SISMOSTRATO	~25,00 – ~80,00	55,00	580
IV SISMOSTRATO	~80,00 – ~240,00	160,00	860
V SISMOSTRATO	~240,00 – Semisp.	Semisp.	1000



**Figura 19.** Profilo sismo-stratigrafico derivante dall'interpretazione della velocità di propagazione delle onde di taglio S ( $V_s$ )

### 9.1.3 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 fondazioni	$V_{s,30}$	Categoria di sottosuolo
0 m da p.c.	$V_s (0 - 30) = 389 \text{ m/s}$	<b>Categoria B</b>
1 m da p.c.	$V_s (1 - 31) = 406 \text{ m/s}$	<b>Categoria B</b>
2 m da p.c.	$V_s (2 - 32) = 425 \text{ m/s}$	<b>Categoria B</b>
3 m da p.c.	$V_s (3 - 33) = 446 \text{ m/s}$	<b>Categoria B</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>

### 9.1.4 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 seguente (riferimento Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*):

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
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  $i \leq 15^\circ$ ).

## 10. VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

1. L'area in esame, dal punto di vista geologico, si insce nel settore dell'alta pianura Veneta, caratterizzata da depositi alluvionali costituiti da ghiaie e sabbie prevalenti in contatto con depositi caratterizzati dall'alternanza di ghiaie e sabbie con limi e argille. Nello specifico si definisce che superficialmente si ha la presenza di un orizzonte di spessore modesto costituito da materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa;
2. Dal punto di vista idrogeologico, in sito in studio si colloca in corrispondenza dell'alta pianura Veneta dove ha sede un potente acquifero indifferenziato ospitato nei depositi ghiaiosi e sabbiosi. Nei pressi del sito in studio la tavola d'acqua è ubicata a profondità maggiori di 10,0 m da p.c. ad una quota compresa tra 38 e 60 m s.l.m.;
3. Come indicato nella *Carta delle Fragilità del Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Susegana*, il sito in esame ricade in un contesto di terreni idonei a condizione di tipo "A", in termini di compatibilità geologica ai fini urbanistici. Si rimanda a quanto riportato nel Capitolo 3 della presente relazione in cui si richiamano le prescrizioni contenute nelle *Norme di Attuazione del Piano di Assetto del Territorio del Comune di Susegana* relative alle aree idonee a condizione;
4. Le indagini geognostiche condotte (5 prove penetrometriche dinamiche superpesanti) hanno permesso di definire che l'assetto geologico locale, all'interno dell'intervallo di profondità investigate, è caratterizzato da un orizzonte superficiale costituente il terreno vegetale (spessore circa 20 cm) a cui segue un orizzonte di argilla sabbiosa con base posta alla profondità di 1,0 – 1,40 m da p.c. In corrispondenza della prova DPSH3 tale orizzonte è sostituito da un livello di ghiaia argillosa con letto alla profondità di 1,20 m da p.c. Sottostante si ha un orizzonte poco competente costituito da argilla debolmente limosa che si sviluppa fino alla profondità di circa 3,0 – 4,60 m da p.c. Con la profondità si registra un incremento della frazione granulare marcato da un livello di ghiaia argillosa che dalla profondità di circa 4,0 – 5,80 m da p.c. passa a ghiaia sabbiosa con conseguente raggiungimento del rifiuto strumentale a diverse profondità (tra 4,20 e 7,20 m da p.c.).
5. Dal punto di vista geotecnico, si definisce che i depositi a prevalente composizione argillosa (argilla sabbiosa e argilla debolmente limosa) sono dotati di mediocri/scadenti caratteristiche geotecniche. Gli orizzonti granulari (ghiaia argillosa e ghiaia sabbiosa) sono dotati invece di caratteristiche geotecniche da buone a molto buone. Da prestare particolare attenzione in fase di progettazione, nel caso di realizzazione di fondazioni di tipo superficiale, al possibile sviluppo di marcati cedimenti di consolidazione in corrispondenza dell'orizzonte C (argilla debolmente limosa) e, in parte, nell'orizzonte B (argilla sabbiosa);

Orizzonte	Litologia correlata	Cuk (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi' k$ (°)	Me (kN/m <sup>2</sup> )	Ek (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma k$ (kN/m <sup>3</sup> )
B	Argilla sabbiosa	60	-	6.500	-	19,0
C	Argilla debolmente limosa	30	-	3.500	-	18,0
D	Ghiaia argillosa	-	31	-	25.000	20,0
E	Ghiaia sabbiosa	-	35	-	55.000	21,5

6. Le prove di permeabilità eseguite hanno permesso di effettuare le seguenti considerazioni:

- I terreni costituiti da argilla debolmente limosa sono caratterizzati da un grado di permeabilità basso ed un drenaggio povero;
- I terreni costituiti da ghiaia argillosa e ghiaia sabbiosa sono caratterizzati da un grado di permeabilità alto ed un drenaggio buono;

Nel caso risulti necessario effettuare lo smaltimento delle acque meteoriche mediante infiltrazione nel sottosuolo, si prescrive di evitare di posizionare le opere di dispersione in corrispondenza dei terreni costituiti da argilla sabbiosa e argilla debolmente limosa. Si consiglia invece di sviluppare i pozzi disperdenti a profondità maggiori di 5,0 m da p.c. al fine di intercettare i depositi costituiti da ghiaia argillosa e ghiaia sabbiosa dotati di buone/ottime caratteristiche idrauliche che permettono lo smaltimento per infiltrazione delle acque meteoriche;

7. Il modello sismico locale è così sintetizzato:

- Frequenza di risonanza di sito: 10,25 Hz (intervallo di interesse ingegneristico-strutturale di 0,0 – 20,0 Hz);
- Velocità di propagazione onde di taglio  $V_{s,30}$ :

Profondità piano di posa fondazioni	$V_{s,30}$	Categoria di sottosuolo
0 m da p.c.	$V_s (0 - 30) = 389$ m/s	<b>Categoria B</b>
1 m da p.c.	$V_s (1 - 31) = 406$ m/s	<b>Categoria B</b>
2 m da p.c.	$V_s (2 - 32) = 425$ m/s	<b>Categoria B</b>
3 m da p.c.	$V_s (3 - 33) = 446$ m/s	<b>Categoria B</b>

- Categoria di sottosuolo: Categoria di sottosuolo B;
- Categoria topografica: T1;

GEOLOGO Filippo Torresan

Tutto ciò premesso, valutata la tipologia costruttiva e le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, si ritiene che:

- Le indagini eseguite non hanno rilevato motivi di ordine geologico, geomorfologico od idrogeologico sfavorevoli alla realizzazione delle opere di progetto sia pur legata a puntuali indagini geognostiche ed adeguato dimensionamento fondazionale eseguito per le opere in progetto;
- La realizzazione delle opere di progetto non rappresenta, a sua volta, un potenziale pericolo di instabilità geologica, geomorfologica od idrogeologica dell'area sia pur legata ad un adeguato dimensionamento delle opere in progetto e del sistema di allontanamento delle acque meteoriche;
- Come indicato nelle Norme di Attuazione del PAT del Comune di Susegana (Art. 13 – comma 6 lettera a) “Gli interventi dovranno prevedere accurate indagini geologico-geotecniche puntuali, e la stabilità e salubrità dei manufatti in progetto dovrà essere assicurata da interventi di bonifica e/o prevedendo idonee opere di drenaggio. È opportuno che l'incremento sismico locale sia sempre valutato puntualmente all'interno della relazione geologica richiesta, in particolare per quanto riguarda la risposta morfotettonica”;

Si specifica che le ipotesi e le valutazioni tecniche formulate nel presente elaborato devono essere intese come inquadramento preliminare per il dimensionamento e la valutazione della fattibilità delle opere previste.

Marano Vicentino, 02 febbraio 2023

Geol. Filippo Torresan  
(firmato digitalmente)

## 11. BIBLIOGRAFIA

Associazione Geotecnica Italiana, 1977, "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"

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, 2015, "Piano di Assetto del Territorio", Susegana

Provincia di Treviso, 2012, "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale"

## 12. SITOGRAFIA

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

## 13. CARTOGRAFIA

Antonelli, R., Barbieri, G., Dal Piaz, G.V., Dal Pra, A., De Zanche, V., Grandesso, P., et al., 1990 "Carta Geologica del Veneto 1:250.000 e relative Note Illustrative" S.E.L.C.A., Firenze

Carta Tecnica Regionale della Regione del Veneto alla scala 1:10.000 elemento numero 084110-084120-084150-084160

Istituto Geografico Militare, Carta IGM alla scala 1:25.000

Mazzola, 2002 "Carta freatimetrica provinciale – deflussi di magra – Rilievi freatimetrici di marzo 2002, della Provincia di Treviso"

## 14. ALLEGATI

1. Documentazione fotografica
2. Tabelle e diagrammi riassuntivi delle prove penetrometriche dinamiche DPSH

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 geofisica (HVSR)



**Foto n.7** – Esecuzione prova di permeabilità in foro di sondaggio (K1)

## Allegato 2 - Tabelle e diagrammi riassuntivi delle prove penetrometriche dinamiche DPSH

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Norbert Le Gallais, Bruno Zambon, Luciano Zambon, Maurizio Granziera Descrizione: Via Egidio Sartor Località: Susegana (TV)	
--	--

#### 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 <sup>2</sup>
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 23-07-2022  
 Profondità prova 5.60 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	5	0.851	44.70	52.54	2.23	2.63
0.60	10	0.847	81.68	96.43	4.08	4.82
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	2	0.830	14.78	17.82	0.74	0.89
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	2	0.814	13.49	16.56	0.67	0.83
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	2	0.806	13.35	16.56	0.67	0.83
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.31	0.39
3.80	2	0.798	12.35	15.47	0.62	0.77
4.00	2	0.796	12.32	15.47	0.62	0.77
4.20	3	0.794	18.42	23.21	0.92	1.16
4.40	3	0.791	18.37	23.21	0.92	1.16
4.60	4	0.789	22.91	29.03	1.15	1.45
4.80	7	0.787	39.98	50.80	2.00	2.54
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	17	0.733	90.43	123.37	4.52	6.17
5.40	47	0.581	198.18	341.08	9.91	17.05
5.60	50	0.579	197.89	341.71	9.89	17.09

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	2	21.02	Coesivo	0	1.63	1.86	0.02	1.47	2.94	Terreno vegetale
1	5.88	57.2	Coesivo	0	1.92	2.11	0.11	1.47	8.64	Argilla sabbiosa
4.6	1.69	13.94	Coesivo	0	1.6	1.86	0.47	1.47	2.48	Argilla debolmente limosa
5.2	9	65.31	Incoerente	0	1.83	1.94	0.82	1.47	13.23	Ghiaia argillosa
5.6	47.75	341.24	Incoerente	0	2.4	2.19	0.92	1.47	70.19	Ghiaia sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità di onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	0.00-0.20	2.94	Coesivo	1.63	1.86	--	0.37	31.78	29.40	--	--	52.86	--
Strato (2) Argilla sabbiosa	0.20-1.00	8.64	Coesivo	1.92	2.11	--	1.08	89.92	86.40	--	--	90.02	--
Strato (3) Argilla debolmente limosa	1.00-4.60	2.48	Coesivo	1.60	1.86	--	0.31	27.09	24.80	--	--	97.65	--
Strato (4) Ghiaia argillosa	4.60-5.20	13.23	Incoerente	1.83	1.94	30.97	--	54.64	156.81	0.33	736.51	145.33	62.01
Strato (5) Ghiaia sabbiosa	5.20-5.60	70.19	Incoerente	2.40	2.19	48.06	--	171.64	828.94	0.21	3535.18	197.64	100

PROVA ...DPSH2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 23-07-2022  
 Profondità prova 6.20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	7	0.851	62.58	73.55	3.13	3.68
0.60	13	0.797	99.92	125.36	5.00	6.27
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	5	0.836	40.32	48.22	2.02	2.41
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	2	0.814	13.49	16.56	0.67	0.83
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	2	0.809	13.39	16.56	0.67	0.83
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	3	0.801	18.59	23.21	0.93	1.16
3.80	2	0.798	12.35	15.47	0.62	0.77
4.00	3	0.796	18.47	23.21	0.92	1.16
4.20	2	0.794	12.28	15.47	0.61	0.77
4.40	4	0.791	24.49	30.94	1.22	1.55
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	10	0.787	57.12	72.57	2.86	3.63
5.00	18	0.735	96.01	130.62	4.80	6.53
5.20	20	0.733	106.39	145.14	5.32	7.26
5.40	26	0.681	128.50	188.68	6.42	9.43
5.60	16	0.729	79.73	109.35	3.99	5.47
5.80	11	0.777	58.43	75.18	2.92	3.76
6.00	28	0.675	129.26	191.36	6.46	9.57
6.20	50	0.574	196.04	341.71	9.80	17.09

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	2	21.02	Coesivo	0	1.63	1.86	0.02	1.47	2.94	Terreno vegetale
1.4	5.5	53.54	Coesivo	0	1.9	1.91	0.15	1.47	8.09	argilla sabbiosa
4.6	1.69	13.81	Coesivo	0	1.6	1.86	0.52	1.47	2.48	argilla debolmente limosa
5.8	13.42	96.41	Incoerente	0	1.99	1.98	0.89	1.47	19.73	Ghiaia argillosa
6.2	33.5	228.95	Incoerente	0	2.23	2.16	1.06	1.47	49.25	Ghiaia sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità di onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	0.00-0.20	2.94	Coesivo	1.63	1.86	--	0.37	31.78	29.40	--	--	52.86	--
Strato (2) argilla sabbiosa	0.20-1.40	8.09	Coesivo	1.90	1.91	--	1.01	84.31	80.90	--	--	94.08	--
Strato (3) argilla debolmente limosa	1.40-4.60	2.48	Coesivo	1.60	1.86	--	0.31	27.09	24.80	--	--	98.96	--
Strato (4) Ghiaia argillosa	4.60-5.80	19.73	Incoerente	1.99	1.98	32.92	--	67.99	233.51	0.32	1072.34	157.53	73.93
Strato (5) Ghiaia sabbiosa	5.80-6.20	49.25	Incoerente	2.23	2.16	41.78	--	128.63	581.85	0.26	2533.82	189.71	100

PROVA ...DPSH3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 23-07-2022  
 Profondità prova 4.20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	4	0.855	35.92	42.03	1.80	2.10
0.40	10	0.851	89.39	105.07	4.47	5.25
0.60	11	0.847	89.85	106.08	4.49	5.30
0.80	18	0.793	137.71	173.58	6.89	8.68
1.00	13	0.790	99.01	125.36	4.95	6.27
1.20	8	0.836	64.52	77.15	3.23	3.86
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	4	0.826	29.45	35.64	1.47	1.78
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	3	0.809	20.09	24.85	1.00	1.24
3.20	7	0.806	46.73	57.97	2.34	2.90
3.40	12	0.803	79.84	99.38	3.99	4.97
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	11	0.798	67.94	85.09	3.40	4.25
4.00	18	0.746	103.88	139.24	5.19	6.96
4.20	50	0.594	229.63	386.78	11.48	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	4	42.03	Coesivo	0	1.81	1.89	0.02	1.47	5.88	Terreno vegetale
1.2	10	97.3	Incoerente	0	1.87	1.95	0.13	1.47	14.7	Ghiaia argillosa
3	2	17.53	Coesivo	0	1.63	1.86	0.37	1.47	2.94	Argilla debolmente limosa
4	9.1	73.34	Incoerente	0	1.84	1.94	0.61	1.47	13.38	Ghiaia argillosa
4.2	50	386.78	Incoerente	0	2.46	2.2	0.73	1.47	73.5	Ghiaia sabbiosa

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	0.00-0.20	5.88	Coesivo	1.81	1.89	--	0.74	61.76	58.80	--	--	59.6	--
Strato (2) Ghiaia argillosa	0.20-1.20	14.70	Incoerente	1.87	1.95	31.41	--	57.66	174.16	0.33	813.19	101.66	88.39
Strato (3) Argilla debolmente limosa	1.20-3.00	2.94	Coesivo	1.63	1.86	--	0.37	31.78	29.40	--	--	95.13	--
Strato (4) Ghiaia argillosa	3.00-4.00	13.38	Incoerente	1.84	1.94	31.01	--	54.95	158.58	0.33	744.36	136.46	67.15
Strato (5) Ghiaia sabbiosa	4.00-4.20	73.50	Incoerente	2.46	2.20	49.05	--	178.44	868.00	0.2	3691.68	188.91	100

PROVA ...DPSH4

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 23-07-2022  
 Profondità prova 5.00 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	7	0.851	62.58	73.55	3.13	3.68
0.60	10	0.847	81.68	96.43	4.08	4.82
0.80	9	0.843	73.19	86.79	3.66	4.34
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	3	0.823	22.01	26.73	1.10	1.34
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	3	0.817	21.84	26.73	1.09	1.34
2.60	5	0.814	33.72	41.41	1.69	2.07
2.80	2	0.811	13.44	16.56	0.67	0.83
3.00	3	0.809	20.09	24.85	1.00	1.24
3.20	2	0.806	13.35	16.56	0.67	0.83
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	3	0.801	18.59	23.21	0.93	1.16
3.80	4	0.798	24.70	30.94	1.24	1.55
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	12	0.794	73.68	92.83	3.68	4.64
4.40	16	0.741	91.77	123.77	4.59	6.19
4.60	29	0.689	145.05	210.45	7.25	10.52
4.80	60	0.587	255.63	435.42	12.78	21.77
5.00	70	0.585	297.18	507.98	14.86	25.40

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	2	21.02	Coesivo	0	1.63	1.86	0.02	1.47	2.94	Terreno vegetale
1.4	5.33	51.93	Coesivo	0	1.89	1.9	0.15	1.47	7.84	Argilla sabbiosa
3.8	2.46	20.56	Coesivo	0	1.68	1.87	0.46	1.47	3.62	Argilla debolmente limosa
4.4	8.67	67.04	Incoerente	0	1.82	1.93	0.72	1.47	12.74	Ghiaia argillosa
5	41	297.54	Incoerente	0	2.29	2.17	0.84	1.47	60.27	Ghiaia sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH4

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	0.00-0.20	2.94	Coesivo	1.63	1.86	--	0.37	31.78	29.40	--	--	52.86	--
Strato (2) Argilla sabbiosa	0.20-1.40	7.84	Coesivo	1.89	1.90	--	0.98	81.76	78.40	--	--	93.57	--
Strato (3) Argilla debolmente limosa	1.40-3.80	3.62	Coesivo	1.68	1.87	--	0.45	38.71	36.20	--	--	102.77	--
Strato (4) Ghiaia argillosa	3.80-4.40	12.74	Incoerente	1.82	1.93	30.82	--	53.63	151.03	0.33	710.84	139.5	62.96
Strato (5) Ghiaia sabbiosa	4.40-5.00	60.27	Incoerente	2.29	2.17	45.08	--	151.26	711.89	0.23	3063.43	187.41	100

PROVA ...DPSH5

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 23-07-2022  
 Profondità prova 7.20 mt  
 Falda non rilevata

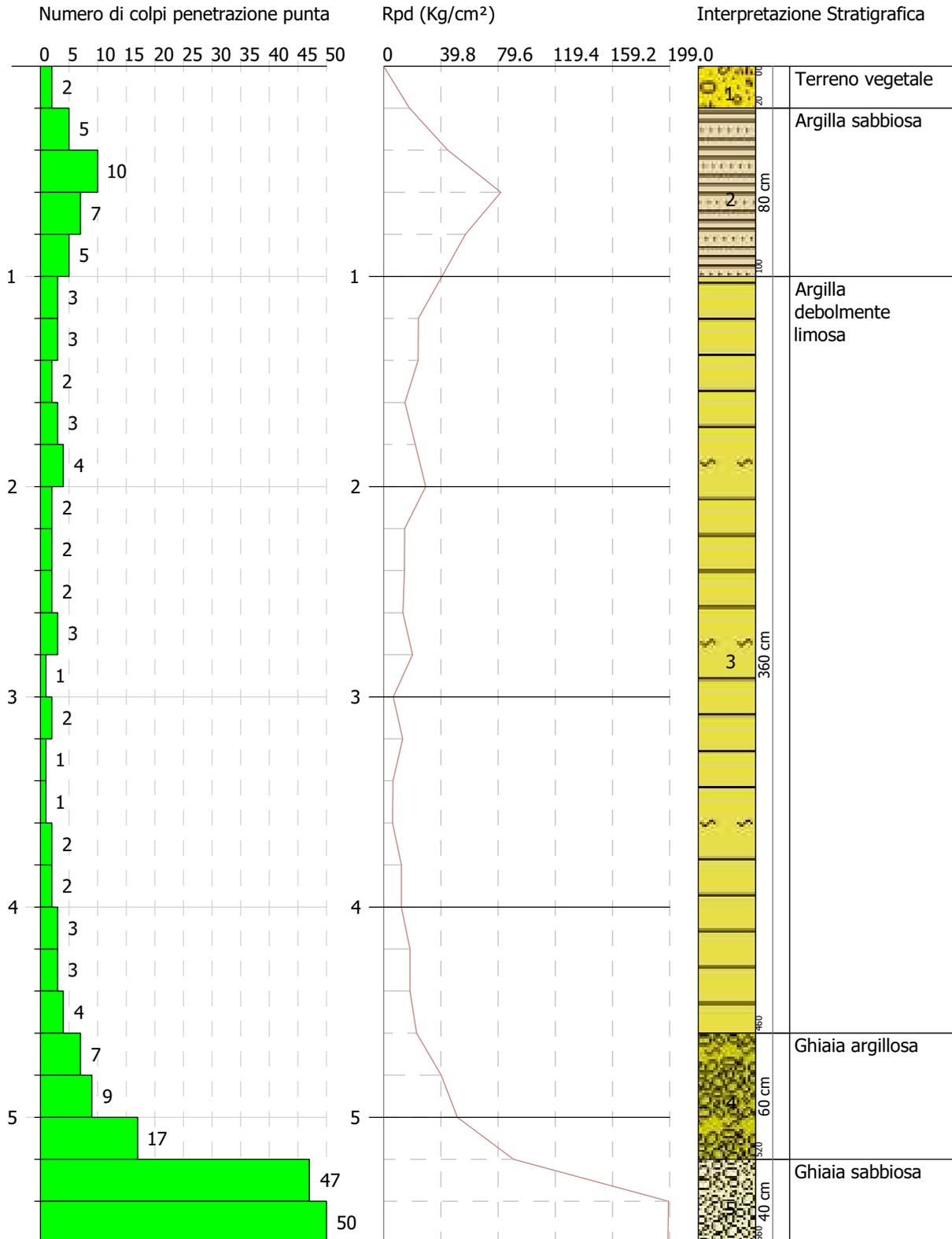
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

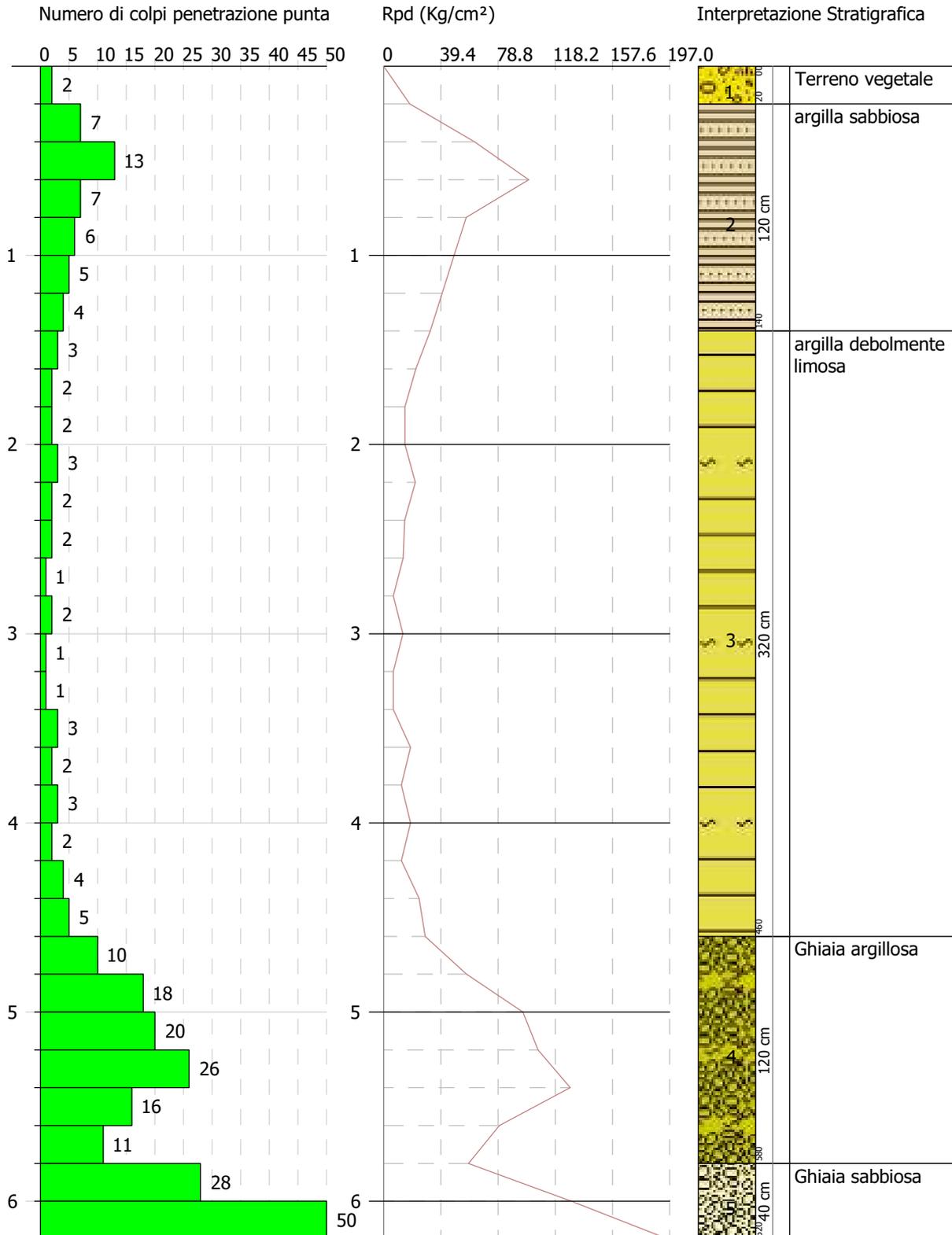
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	8	0.851	71.51	84.06	3.58	4.20
0.60	9	0.847	73.51	86.79	3.68	4.34
0.80	8	0.843	65.06	77.15	3.25	3.86
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	3	0.817	21.84	26.73	1.09	1.34
2.60	2	0.814	13.49	16.56	0.67	0.83
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	2	0.809	13.39	16.56	0.67	0.83
3.20	2	0.806	13.35	16.56	0.67	0.83
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	2	0.801	12.39	15.47	0.62	0.77
3.80	3	0.798	18.53	23.21	0.93	1.16
4.00	3	0.796	18.47	23.21	0.92	1.16
4.20	3	0.794	18.42	23.21	0.92	1.16
4.40	5	0.791	30.61	38.68	1.53	1.93
4.60	11	0.789	63.00	79.83	3.15	3.99
4.80	16	0.737	85.59	116.11	4.28	5.81
5.00	13	0.735	69.34	94.34	3.47	4.72
5.20	16	0.733	85.11	116.11	4.26	5.81
5.40	19	0.731	100.80	137.88	5.04	6.89
5.60	16	0.729	79.73	109.35	3.99	5.47
5.80	16	0.727	79.52	109.35	3.98	5.47
6.00	25	0.675	115.41	170.85	5.77	8.54
6.20	31	0.624	132.14	211.86	6.61	10.59
6.40	32	0.622	136.03	218.69	6.80	10.93
6.60	34	0.620	136.21	219.57	6.81	10.98
6.80	39	0.569	143.24	251.86	7.16	12.59
7.00	46	0.567	168.48	297.06	8.42	14.85
7.20	60	0.566	219.17	387.47	10.96	19.37

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	2	21.02	Coesivo	0	1.63	1.86	0.02	1.47	2.94	Terreno vegetale
1.2	6.1	59.52	Coesivo	0	1.94	2.13	0.13	1.47	8.97	Argilla sabbiosa
4.4	2.34	19	Coesivo	0	1.66	1.86	0.49	1.47	3.44	Argilla debolmente limosa
5.8	13.14	94.41	Incoerente	0	1.98	1.98	0.9	1.47	19.32	Ghiaia argillosa
7.2	31.57	210.95	Incoerente	0	2.23	2.14	1.19	1.47	46.41	Ghiaia sabbiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH5

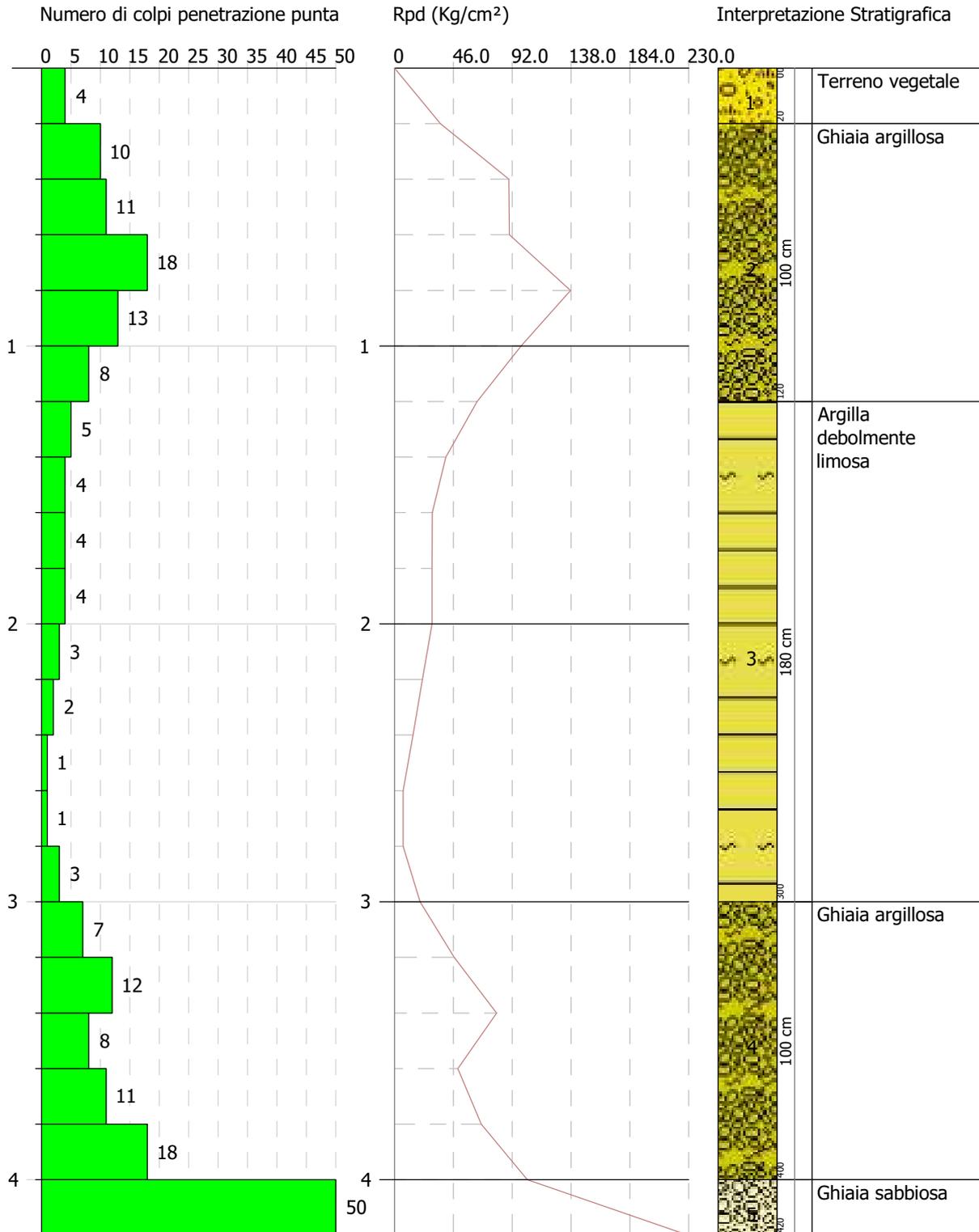
Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale	0.00-0.20	2.94	Coesivo	1.63	1.86	--	0.37	31.78	29.40	--	--	52.86	--
Strato (2) Argilla sabbiosa	0.20-1.20	8.97	Coesivo	1.94	2.13	--	1.12	93.28	89.70	--	--	93.34	--
Strato (3) Argilla debolmente limosa	1.20-4.40	3.44	Coesivo	1.66	1.86	--	0.43	36.88	34.40	--	--	103.33	--
Strato (4) Ghiaia argillosa	4.40-5.80	19.32	Incoerente	1.98	1.98	32.8	--	67.15	228.68	0.32	1051.38	156.37	73.06
Strato (5) Ghiaia sabbiosa	5.80-7.20	46.41	Incoerente	2.23	2.14	40.92	--	122.79	548.34	0.26	2396.23	190.69	100





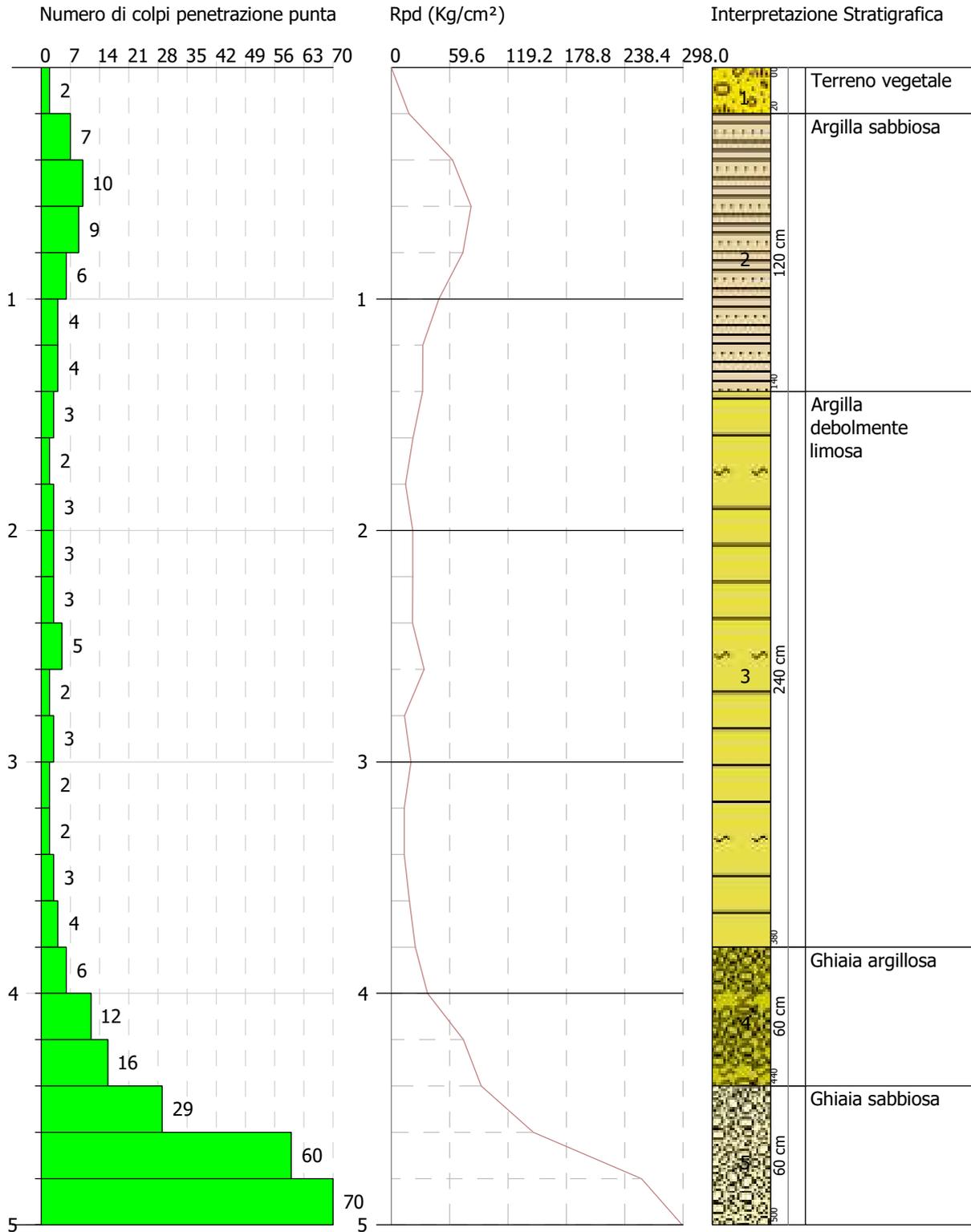
SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



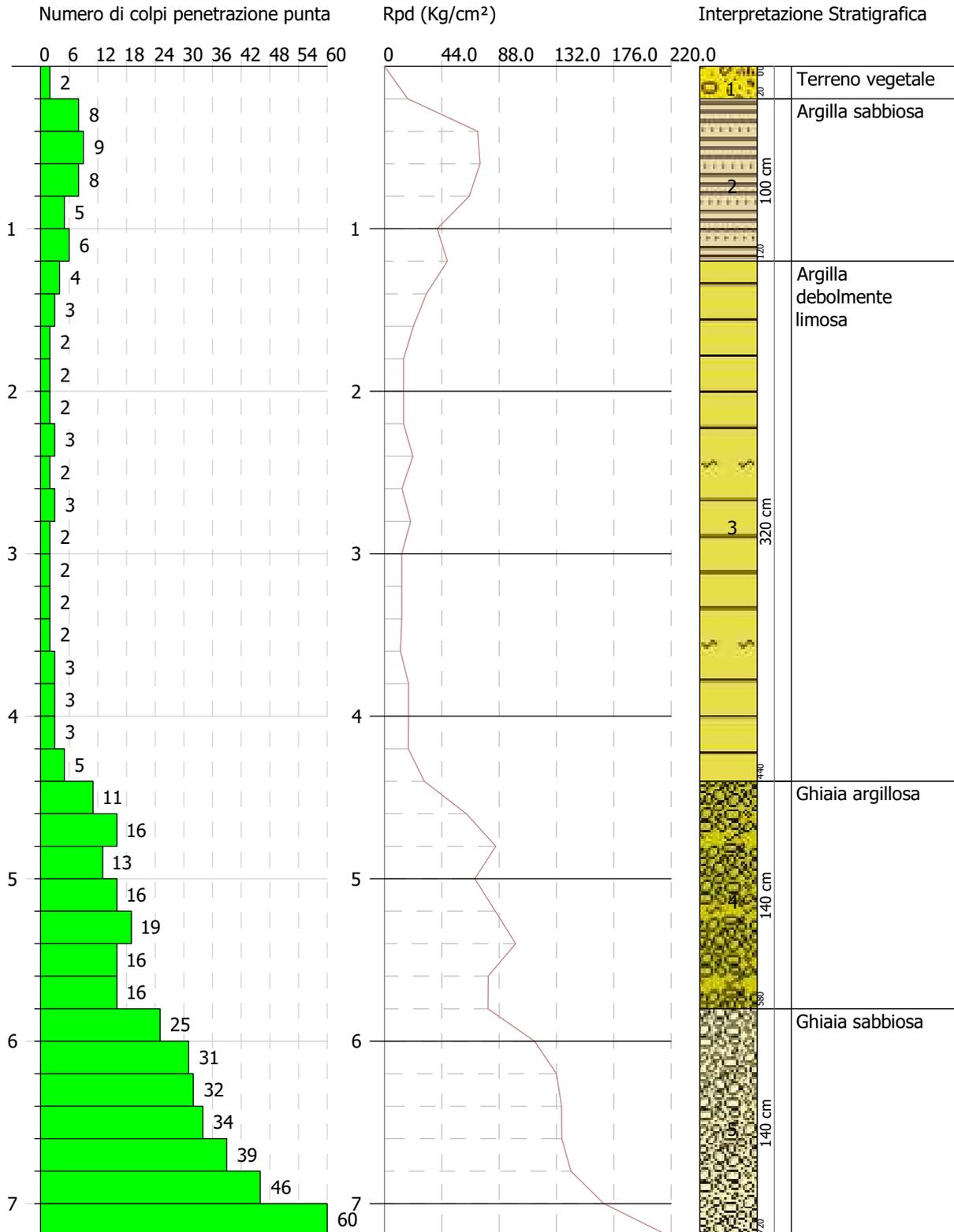
SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2