

*Studio dott. geol. Davide Seravalli  
Via Vegliato,15  
33013 Gemona del Friuli (UD)  
Tel.: 347/5026083  
e-mail: [davide@geologoseravalli.it](mailto:davide@geologoseravalli.it)  
pec: [davide.seravalli@epap.sicurezzapostale.it](mailto:davide.seravalli@epap.sicurezzapostale.it)*

**REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA  
PROVINCIA DI UDINE  
COMUNE DI TAVAGNACCO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CAPANNONE**

**Geol. Davide Seravalli**

Committente:	FR.Edil
Numero pratica:	2021-051
Revisione:	00
Data	19 dicembre 2024

## Sommario

1. INTRODUZIONE.....	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	6
3. IDROGRAFIA E FALDA FREATICA.....	8
4. VINCOLO PAIR.....	10
5. SISMICITÀ.....	11
DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO .....	12
6. COMPORTAMENTO SISMICO DEL TERRENO.....	15
7. INDAGINI.....	16
SCAVI DI SAGGIO .....	16
INDAGINE SISMICA HVSR.....	17
CENNI TEORICI SULLA TECNICA HVSR .....	17
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	17
ACQUISIZIONE DATI.....	18
SOFTWARE DI ELABORAZIONE DATI .....	18
ELABORAZIONE DATI.....	18
RISULTATI .....	21
TOMOGRAFIE ELETTRICHE.....	23
Specifiche tecniche della strumentazione utilizzata .....	23
Campagna di indagini.....	24
CENNI TEORICI.....	24
ELABORAZIONE DEI DATI.....	25
INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	26
Tomo 1 – misura di bianco prima dell'immissione del tracciante salino .....	26
Tomo 2 .....	27
Tomo 3 .....	28
Stima della permeabilità.....	30
8. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE.....	30
9. SEZIONE GEOLITOLOGICA.....	31
10. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	32
11. CONCLUSIONI .....	36

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico della committenza si redige la presente relazione geologica ai terreni interessati dai lavori di urbanizzazione di un Piano Attuativo a Tavagnacco. Tali terreni sono identificati catastalmente al Foglio 27, mappali 46,50, 522, 523, 894, 1299, 1300, 1311, 1314, 1315, 1316, 1317, 1318 e 1319.

Il progetto prevede opere di urbanizzazione per la futura costruzione di un capannone ed una palazzina uffici.

Le situazioni tettonica e geologica della zona sono ben delineate, l'area di intervento si colloca in un tratto di alta pianura friulana, immediatamente a valle della cerchia morenica depositata dal ghiacciaio tilaventino, su terreni alluvionali costituiti prevalentemente da ghiaie.

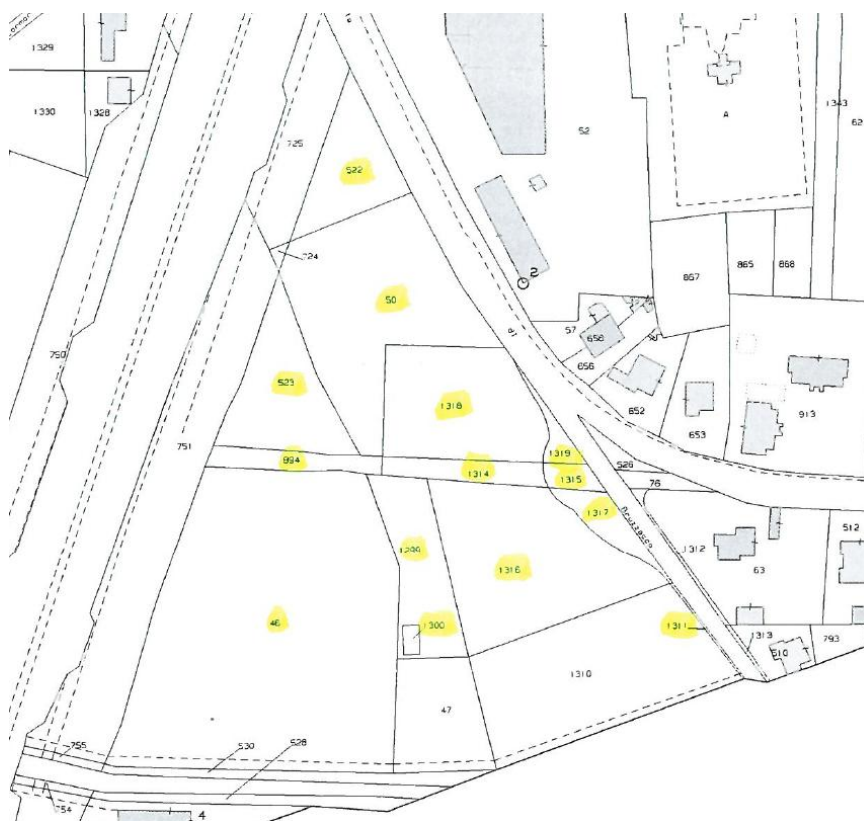
Per la redazione della presente relazione è stata realizzata una campagna di indagini geognostiche costituita da:

- Una indagine sismica HVSR;
- Tre scavi di saggio;
- Due tomografie elettriche;
- Una tomografia elettrica con immissione di un tracciante salino per la stima della permeabilità dei terreni.

### Vista aerea dell'area di intervento



Estratto di mappa



**Riferimenti normativi**

- D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- D.M. 14/01/2008 recante "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare 2 febbraio 2009, n° 617 recante "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"
- Delibera del Consiglio Nazionale Geologi n. 111/2015 del 28 aprile 2015 - Raccomandazioni per la redazione della "relazione geologica ai sensi delle NTC" a cura del Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi.
- O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., contenente "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica"
- Legge regionale FVG 16/2009 Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio.
- Decreto Giunta Regionale del FVG n° 845/2010 del 06/05/2010 che definisce la classificazione sismica come richiesto dall'art 3, comma 2, lett a) della Legge Regionale 16/2009 "*classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità*"

***Fonti bibliografiche***

- Catasto dei pozzi per acqua, Regione Autonoma Friuli – Venezia Giulia
- Annale freaticometrico, Regione Autonoma Friuli – Venezia Giulia
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 66 Udine
- Relazione geologica per il nuovo P.R.G.C. – Geol. Bosso & Rota (2008)
- Potenziali inquinamenti delle acque freatiche dell'Alta Pianura Friulana ad opera delle discariche – Geol. Stefanini e Giurgetti (1996)

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area di indagine fa parte geograficamente dell'Alta Pianura Friulana Centrale.

L'assetto morfologico dell'area è pianeggiante, leggermente degradante verso Sud con pendenza media dello 0,5 %. La quota del piano campagna è di circa 120 m.s.l.m..

Questa pianura ha principalmente preso origine dalla sedimentazione di depositi fluvio-glaciali del Pleistocene, più volte rimaneggiati da parte delle acque di fusione dei ghiacciai quaternari e trasportati dalla corrente del t. Cormor e Torre in epoca post-glaciale.

La situazione litologica dell'area presenta una coltre vegetale potente fino ad un metro, cui sottostanno ghiaie in abbondante matrice limoso sabbiosa argillosa. Più in profondità sono presenti alluvioni dotate di buone caratteristiche geotecniche, costituite da ghiaie e sabbie limose, in percentuale inferiore al 25%, alternate a strati con ciottoli e massi in una matrice ghiaiosa molto addensata.

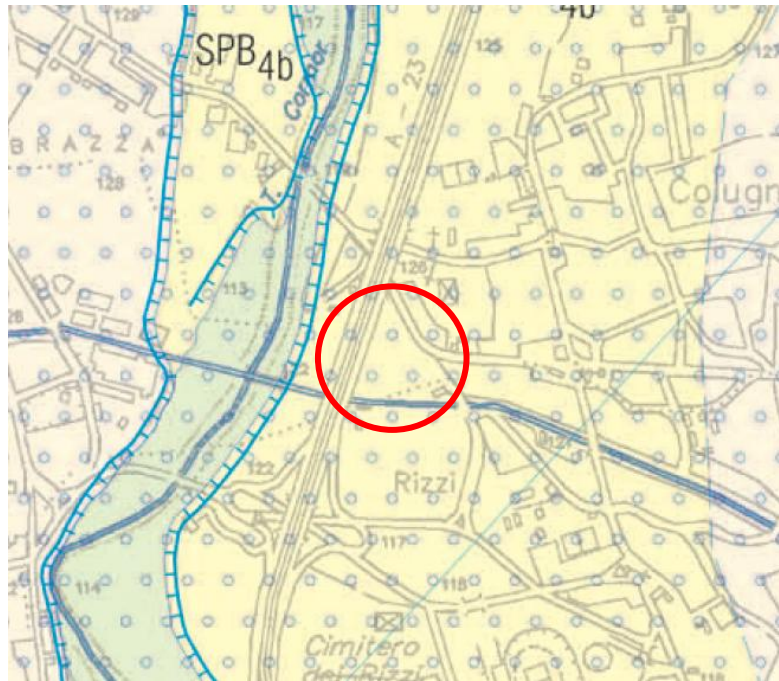
I depositi appaiono omogenei a grande scala, ma presentano variazioni laterali e verticali per la presenza di interdigitazioni di lenti e livelli marcatamente ghiaiosi con altri a forte componente sabbiosa; si possono notare lenti e canali sabbiosi. La frequenza granulometrica subisce localmente evidenti variabilità per la presenza di grossi ciottoli e massi, immersi in una matrice più fine.

Nel sottosuolo sono presenti talvolta fenomeni di cementazione di grado variabile, i conglomerati si sono riscontrati per la maggior parte oltre i 20 m di profondità.

Nel 2021 lo scrivente ha effettuato una serie di sopralluoghi durante i quali si è svolta la campagna di indagini geognostiche i cui risultati sono riportati nel capitolo ad esse dedicato.

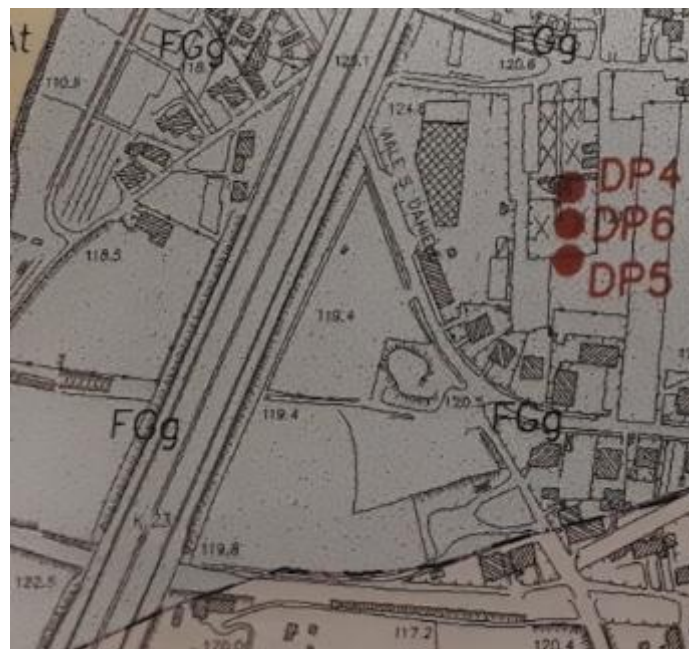
Scavi e tomografie elettriche hanno individuato la presenza di uno strato superficiale di riporto, per mezzo del quale è stato realizzato il piazzale di manovra dei mezzi. Tale strato ha uno spessore mediamente di un metro, e poggia sui depositi fluvioglaciali naturali non rimaneggiati, che costituiscono il sottosuolo in questo tratto di alta pianura. Si tratta in prevalenza di ghiaie cui si associa una matrice a tratti abbondante. Questi depositi fluvioglaciali sono più ricchi di matrice nei primi 50-100 centimetri mentre in profondità la matrice è presente in percentuale minore.

La Carta Geologica d'Italia F. 066 "Udine" (ZANFERRARI ET ALII, 2008) evidenzia come l'area di indagine ricada nell'unità SPB<sub>4b</sub> – Subsintema di Remanzacco – Unità di Majano - Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie medie e grossolane limoso sabbiose, da classate a mal classate.



Carta geologica del Foglio 066 Udine in scala 1:25000 (nel cerchio rosso è indicata l'area di indagine)

Estratto della carta geologica allegata al PRGC:



FGg: Depositi fluvioglaciali grossolani

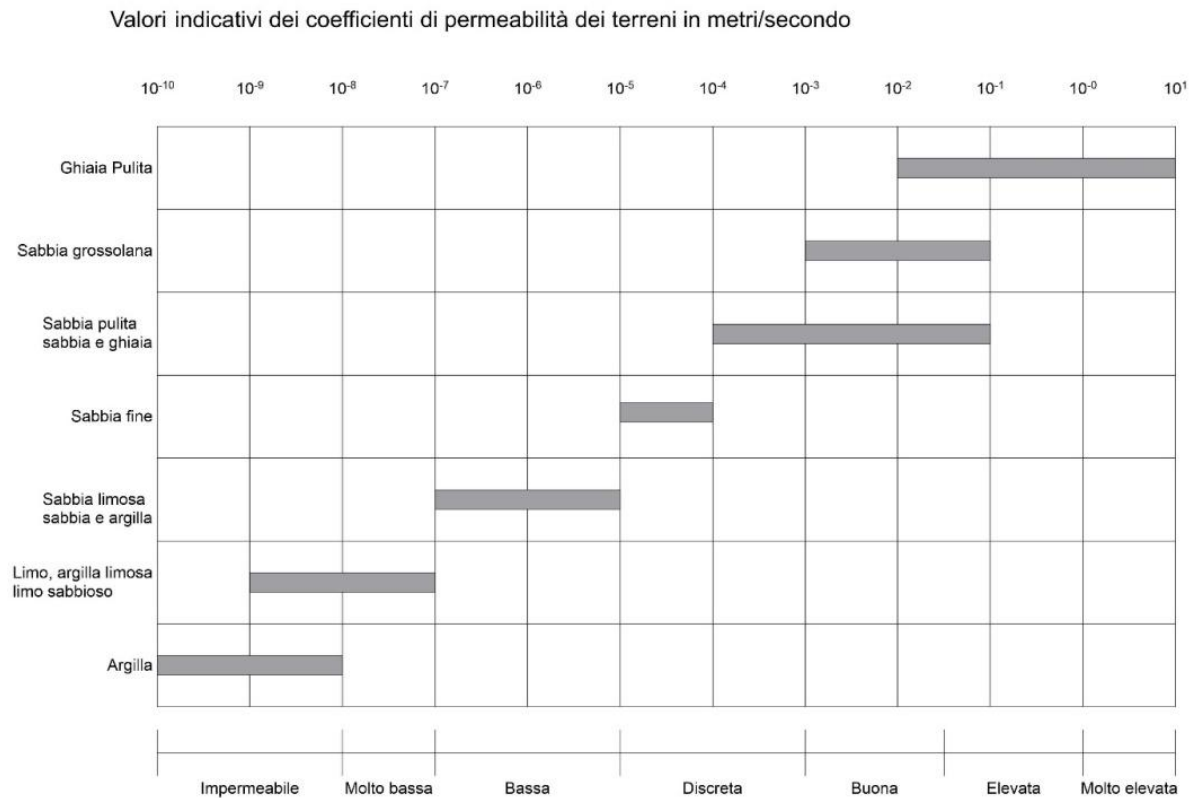
### 3. IDROGRAFIA E FALDA FREATICA

Le indicazioni inerenti la falda provengono dalla consultazione di dati bibliografici, dati reperiti presso enti pubblici e privati cittadini.

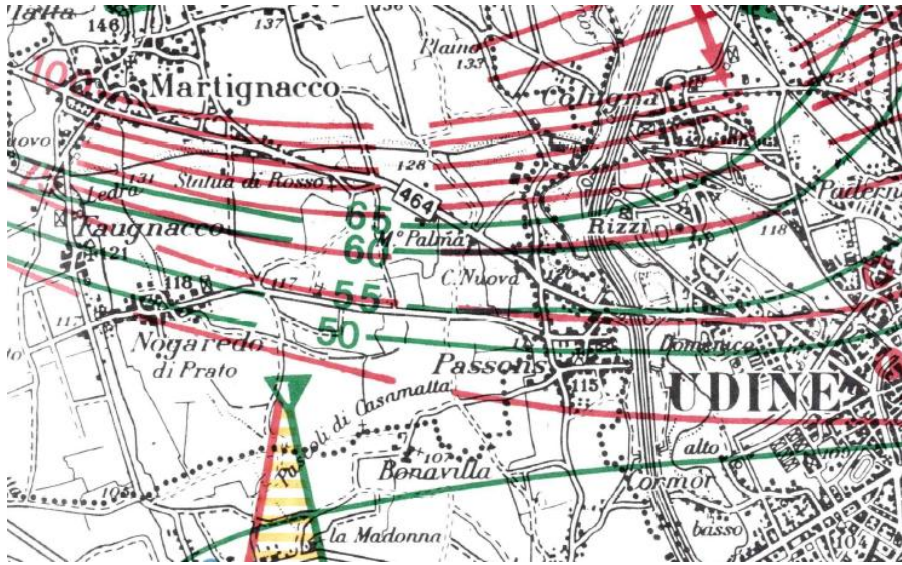
L'idrografia superficiale è rappresentata dal canale Ledra, un canale artificiale che scorre entro argini cementati e che si trova in corrispondenza del confine meridionale del lotto indagato.

Nel sottosuolo è presente una falda freatica alimentata dalle acque meteoriche e di infiltrazione dei corsi d'acqua. Secondo informazioni bibliografiche tale falda si rinviene a partire da profondità minime di circa 20 metri con deflusso verso Sud sia in fase di magra che di massimo impinguamento.

Sulla base della prova di immissione del tracciante salino la permeabilità è risultata essere buona, con un valore K pari a  $1,25 \cdot 10^{-4}$  m/secondo.



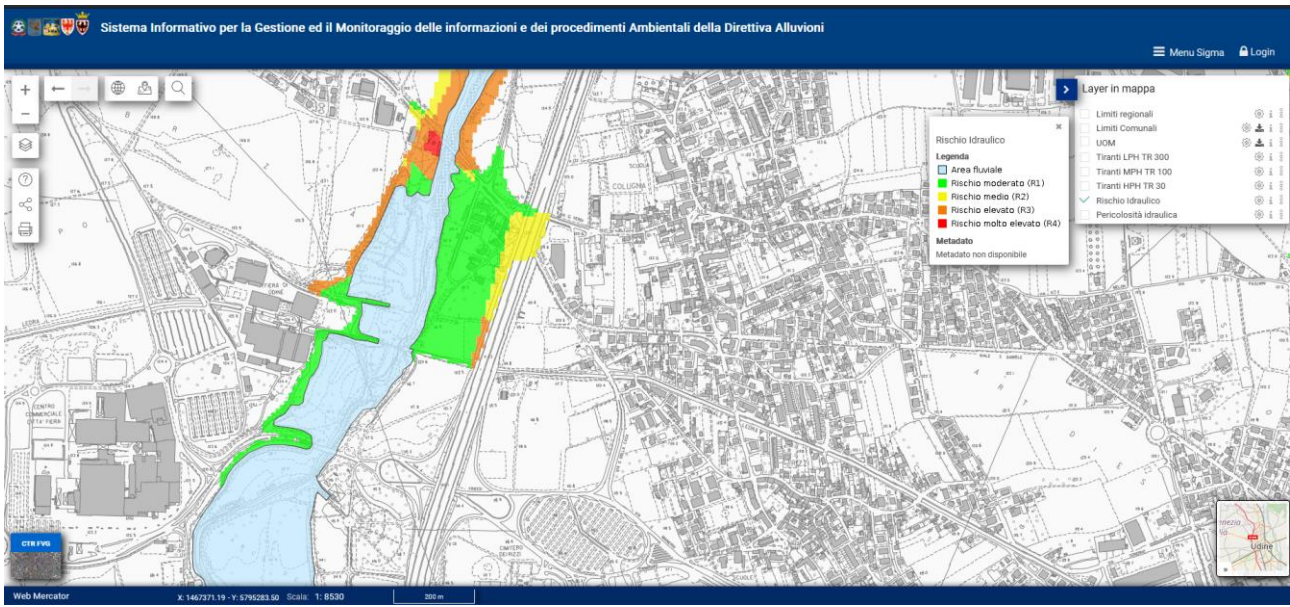
Estratto da “Potenziali inquinamenti delle acque freatiche dell’Alta Pianura Friulana ad opera delle discariche”:



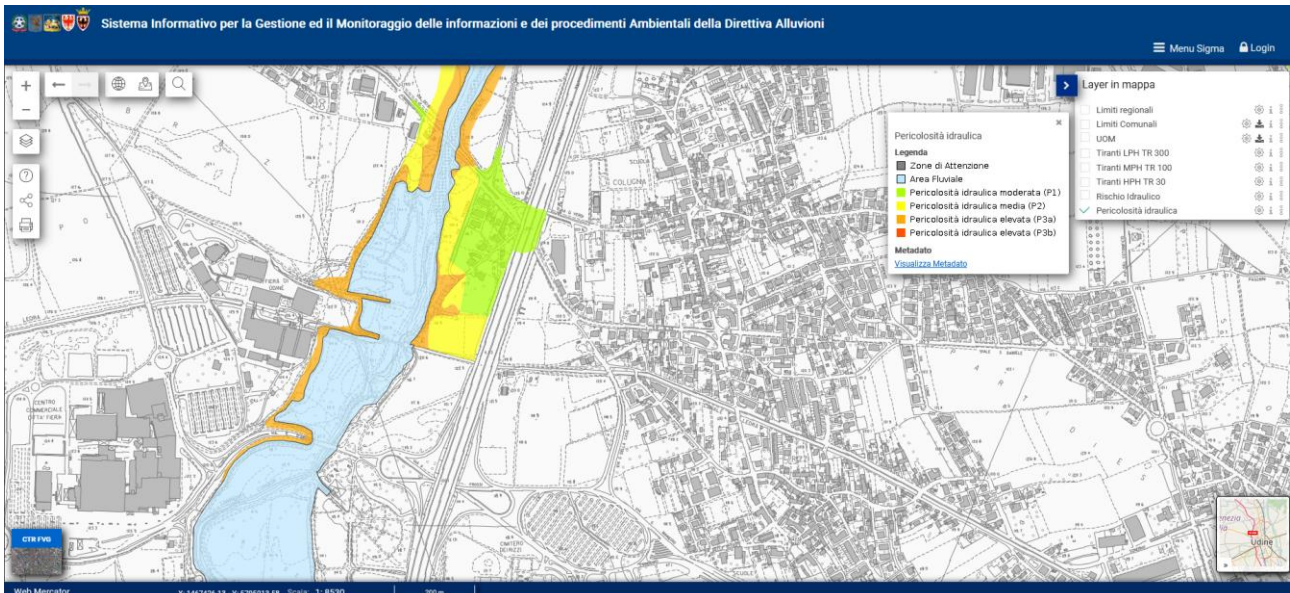
## 4. VINCOLO PAIR

Ai sensi della vigente normativa PGRA l'area indagata non è vincolata, sulla base della cartografia di riferimento scaricata dai siti istituzionali il giorno 19.12.2024 e di seguito riportata:

### Rischio idraulico:



### Pericolosità idraulica:



## 5. SISMICITÀ

La stima della pericolosità legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

*Il catalogo è in continuo aggiornamento e non può considerarsi completo o definitivo, non rappresenta la totalità delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio e quindi un riferimento bibliografico; il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate e della scala alla quale è stato pubblicato il dato.*



***Faglie potenzialmente capaci all'interno del territorio nazionale (immagini tratte da Portale Servizio Geologico d'Italia – ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Progetto ITHACA).***

Secondo la consultazione del sito ITHACA l'area di indagine non è interessata da faglie. Durante i rilievi in campagna non sono state individuate morfologie riconducibili con la presenza di faglie attive ad andamento accertato.

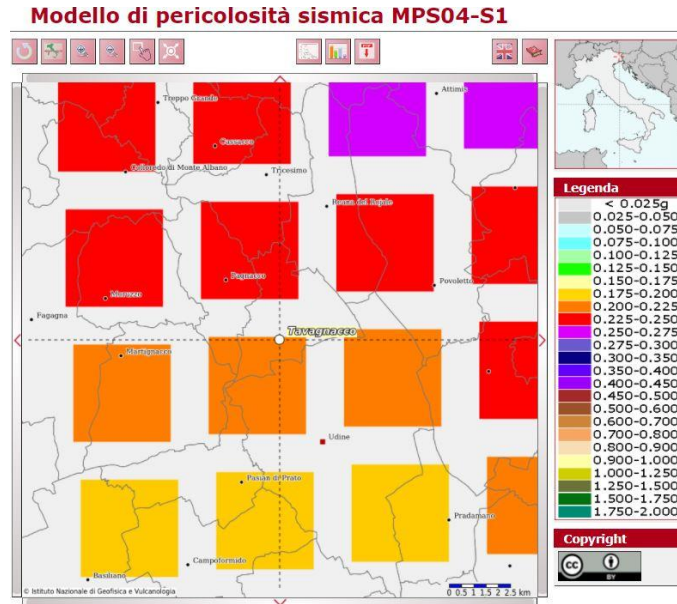


## DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

La pericolosità sismica è la stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, o con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di pericolosità sismica di base e di pericolosità sismica locale.

La pericolosità sismica di base è la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica. (ICMS- 2008).

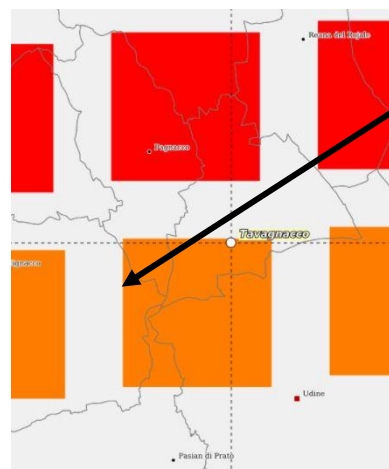
Sul sito dell'INGV è stato possibile visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°. Qui di seguito sono riportati i grafici relativi al nodo centrato all'interno del Comune di Tavagnacco.



**Fig. 1: Mappe interattive di pericolosità sismica – Valore di  $a(g)$  per il Comune di Tavagnacco (da sito INGV)**

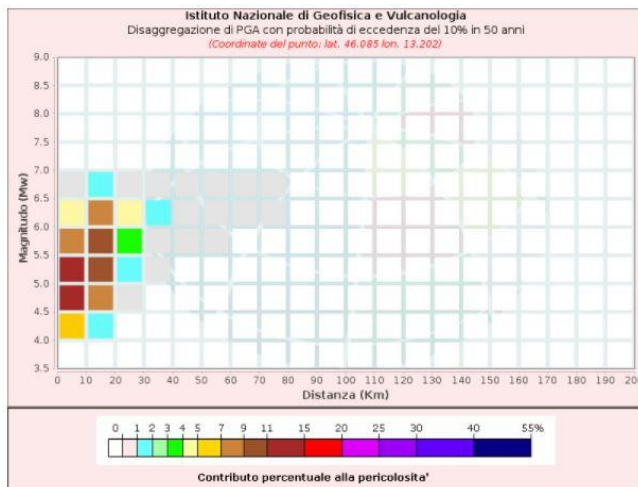
Le mappe in  $a(g)$  (accelerazione orizzontale massima del suolo, come definita dall'OPCM 3519/2006, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA) sono state calcolate per differenti probabilità di superamento in 50 anni (in totale 9, dal 2% all'81%). Per il Comune di Tavagnacco il valore di  $a(g)$  calcolato per una probabilità di superamento del 10% in 50 anni è compreso tra 0.200g e 0.225g (Fig. 1).

L'analisi di disaggregazione è stata effettuata per il nodo ricadente sul capoluogo comunale, in quanto risulta quello più prossimo al sito di indagine (Fig. 2).



**Fig 2: Nodo della griglia esaminato per la disaggregazione**

Per il nodo selezionato, si osserva che il maggior contributo percentuale alla pericolosità dell'area è dato da sorgenti sismogenetiche poste tra i 0 e i 10 km di distanza e capaci di dar luogo a terremoti con magnitudo superiore a 4.5 (Fig.3).



Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	5.6000	13.8000	11.5000	7.8100	4.4600	0.5840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.6900	7.3000	10.2000	10.7000	8.9000	1.4500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.2900	1.9700	3.7200	4.5900	0.9220	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.1060	0.9970	1.9300	0.4610	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1100	0.5870	0.1700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0636	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0069	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.45	13.0	1.19

Fig 3: Grafico e Tabella dei valori di disaggregazione per il Comune di Tavagnacco (da INGV)

L'analisi della disaggregazione dei valori di a(g) riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza; questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile in analisi di microzonazione.

## 6. COMPORTAMENTO SISMICO DEL TERRENO

In riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia (D.G.R. 845/2010) il comune di **Tavagnacco** è stato compreso tra le zone sismiche Zona 2.

- Il sito in oggetto, sulla base di una indagine sismica HVSR realizzata, si classifica come appartenente alla categoria B dei suoli fondazionali:

Categoria di suolo	Tipo di suolo	$V_{S30}$ (m/s)
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri	> 800
<b>B</b>	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</b> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da velocità equivalenti comprese tra 360 m/s e 800 m/s	<b>360-800</b>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> con spessori 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	180-360
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 m/s e 180 m/s	100-180
<b>E</b>	<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 metri</i>	Come C e D con substrato con $V_{S30} > 800$ m/s

- Valori dei parametri  $T_E$  e  $T_F$ :

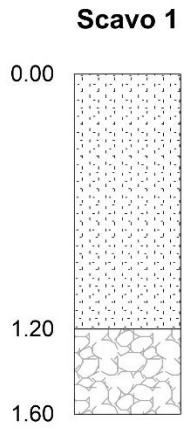
Categoria suolo	Categoria suolo	
	$T_E$ (s)	$T_F$ (s)
<b>A</b>	4.5	10.0
<b>B</b>	<b>5.0</b>	<b>10.0</b>
<b>C - D - E</b>	6.0	10.0

- Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale:

Categoria suolo	Categoria suolo			
	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
<b>A - B - C - D - E</b>	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

## 7. INDAGINI

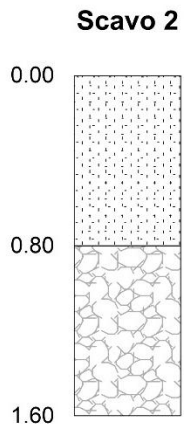
### SCAVI DI SAGGIO



Terreno di riporto: ghiaia addensata



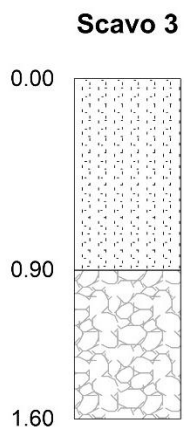
Ghiaia in abbondante matrice limoso sabbiosa



Terreno di riporto: ghiaia addensata



Ghiaia sabbiosa limosa



Terreno di riporto: ghiaia addensata



Ghiaia sabbiosa limosa

## **INDAGINE SISMICA HVSR**

### **CENNI TEORICI SULLA TECNICA HVSR**

La tecnica HVSR consiste nella misura passiva di rumore sismico ambientale (microtremori), ovvero di oscillazioni continue di piccola ampiezza originate dalla sovrapposizione di effetti generati sia da sorgenti naturali (perturbazioni meteorologiche a larga scala, vento, onde oceaniche,...) che da sorgenti antropiche (traffico, attività industriali,...), lungo tre assi ortogonali tra loro (N-S, E-W, U-D).

Le linee guida della tecnica per l'ottimizzazione del rilievo sono state illustrate dal progetto SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitation).

Il risultato dell'indagine HVSR è un grafico frequenza–ampiezza del rapporto tra il moto delle particelle lungo le componenti orizzontali e il moto delle particelle lungo la componente verticale (H/V).

Ciascun picco non industriale nel grafico H/V corrisponde generalmente ad una variazione di impedenza acustica  $I$  tra due mezzi ( $I=\rho v$ , dove  $\rho$  è la densità del mezzo attraversato e  $v$  è la velocità di propagazione delle onde sismiche nello stesso). Generalmente, il picco HVSR di origine naturale è determinato da una depressione nello spettro di ampiezza della componente verticale rispetto alle componenti orizzontali; i picchi di natura industriale, invece, si presentano come picchi positivi, di diversa ampiezza, su tutte e tre le componenti.

Nell'esempio semplificato di un sistema omogeneo e isotropo a due strati, quando all'interfaccia tra i due mezzi il rapporto delle impedenze è significativo, si genera un picco sulla curva del rapporto spettrale H/V in corrispondenza della frequenza di risonanza del sito ( $f_0$ ); tale frequenza dipende dalla profondità dell'interfaccia che genera il contrasto di impedenza ( $H$ ) e dalla velocità media di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) nello strato superficiale secondo la formula semplificata:

$$f_0 = V_s / 4H$$

Da ciò ne consegue che, a parità di  $V_s$  dello strato più superficiale, maggiore è la frequenza del picco di risonanza del sito e minore è la profondità della discontinuità che lo genera all'interno del sottosuolo. Viceversa, l'assenza di picchi di risonanza significativi sulla curva del rapporto spettrale H/V, indica sostanziale omogeneità all'interno del sottosuolo; tale situazione si verifica o in siti su roccia o in siti in cui la velocità di propagazione delle onde di taglio aumenta gradualmente con la profondità, senza significative variazioni di impedenza all'interno dello stesso.

### **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Le acquisizioni utili ad analizzare il rapporto spettrale H/V (HVSR) sono avvenute mediante sismografo triassiale denominato SR04HS Geobox, della ditta Sara Srl (Figura 1).



Figura 1: Strumentazione utilizzata per le misure di microtremore

### ACQUISIZIONE DATI

La durata di acquisizione è stata di 25 minuti, con frequenza di campionamento pari a 100 Hz.

### SOFTWARE DI ELABORAZIONE DATI

Per l'analisi dei dati HVSR si è adottato il software WinMASW Academy della ditta Eliosoft.

### ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione è stata condotta utilizzando i parametri riportati qui di seguito (Figura 2).

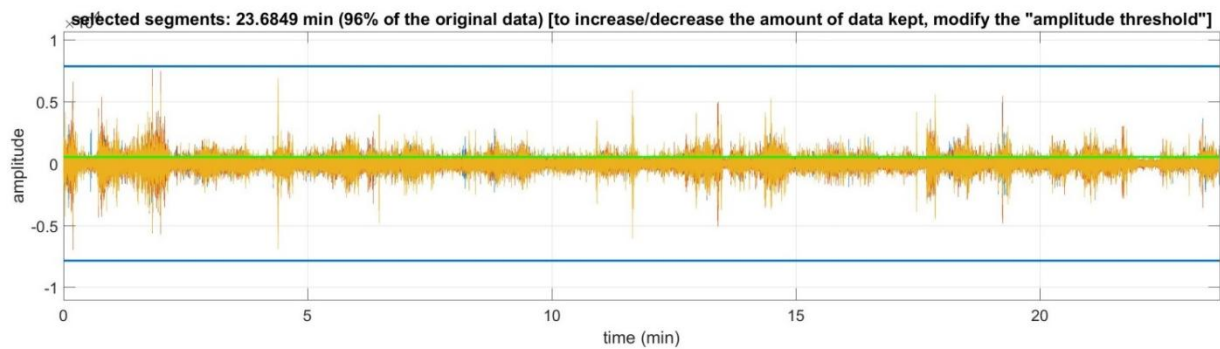
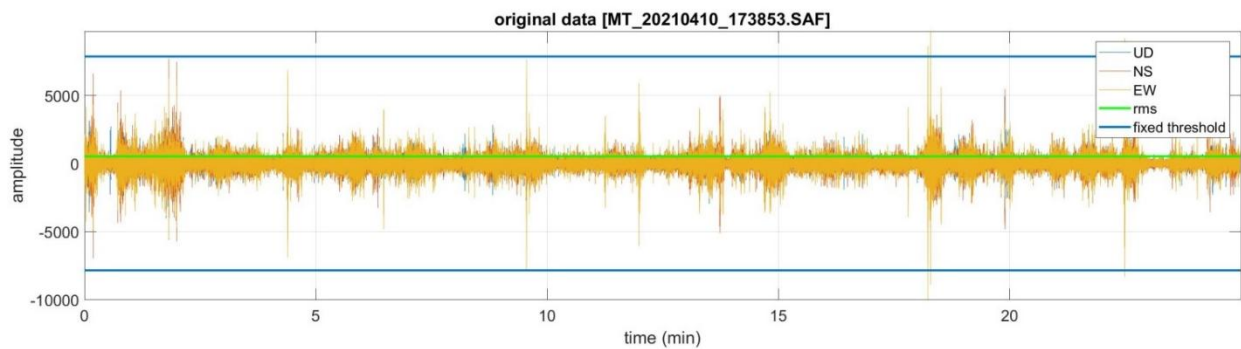
step#1 (optional) - decimate	
64 Hz	new frequency
resample	
step#2 - H/V computation	
remove events	both Rad. & ...
clean axes	
20	window length (s)
5	tapering (%)
Min. freq.: 0.5Hz	
15	amplitude threshold
5	HVSR threshold
test removal	
15%	spectral smoothing (triangular window)
2	detrending order
no equalization	
<input checked="" type="checkbox"/> Particle motion, all HVSRs, time lapse and video	
<input checked="" type="checkbox"/> full output	
compute	

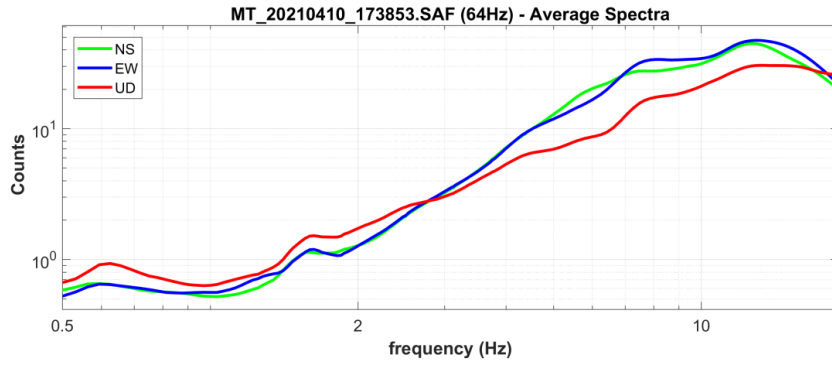
Figura 2: Parametri utilizzati nell'elaborazione

L'intervallo di analisi utilizzato è stato 0.5÷20 Hz.

Qui di seguito si riportano i grafici relativi alla misura effettuata che comprendono, nell'ordine:

- dati originali e soglie applicate per la rimozione di eventuali transienti;
- spettri singole componenti e rapporto spettrale H/V;
- funzioni di coerenza in funzione della frequenza e spettri di ampiezza in scala lineare e bilogarithmica;
- persistenza del segnale;
- direzionalità del segnale;

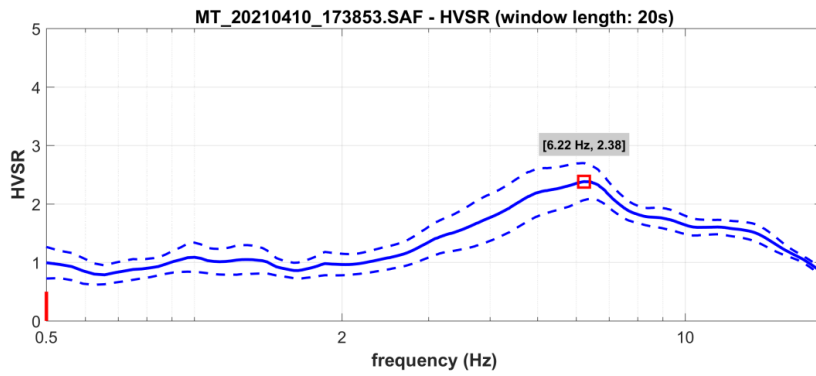




open working folder  
 show location  
 field notes

your comments

default axes

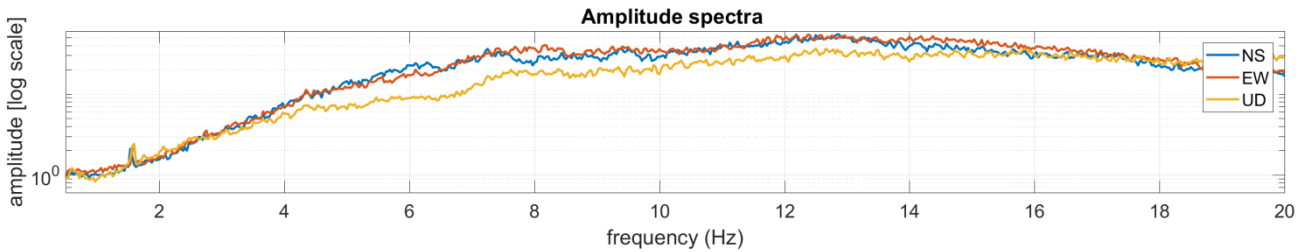
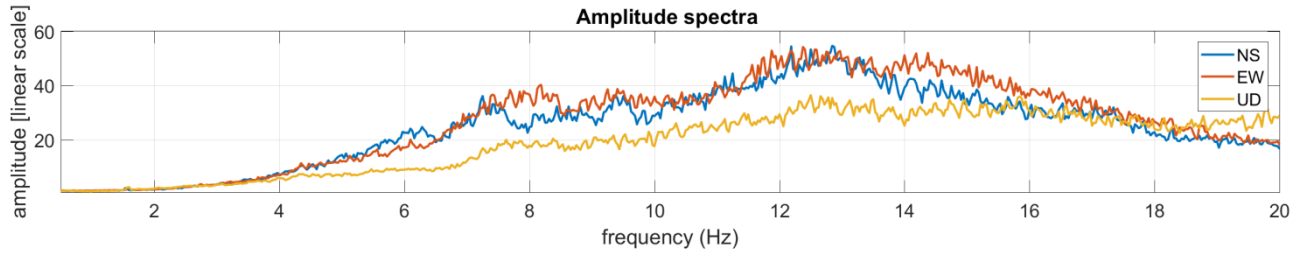
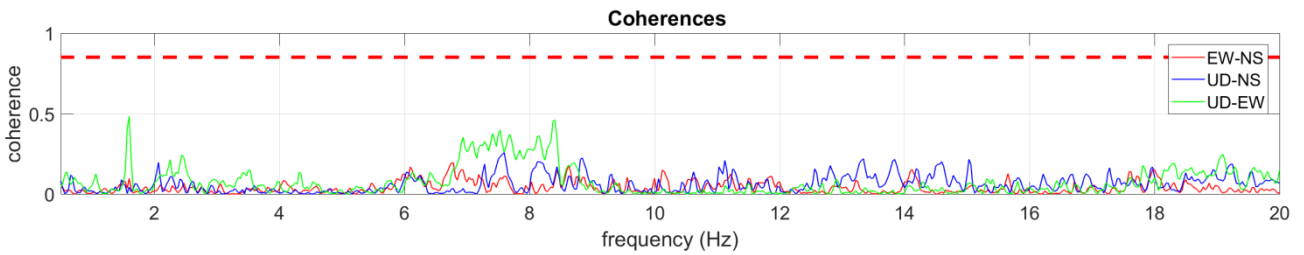


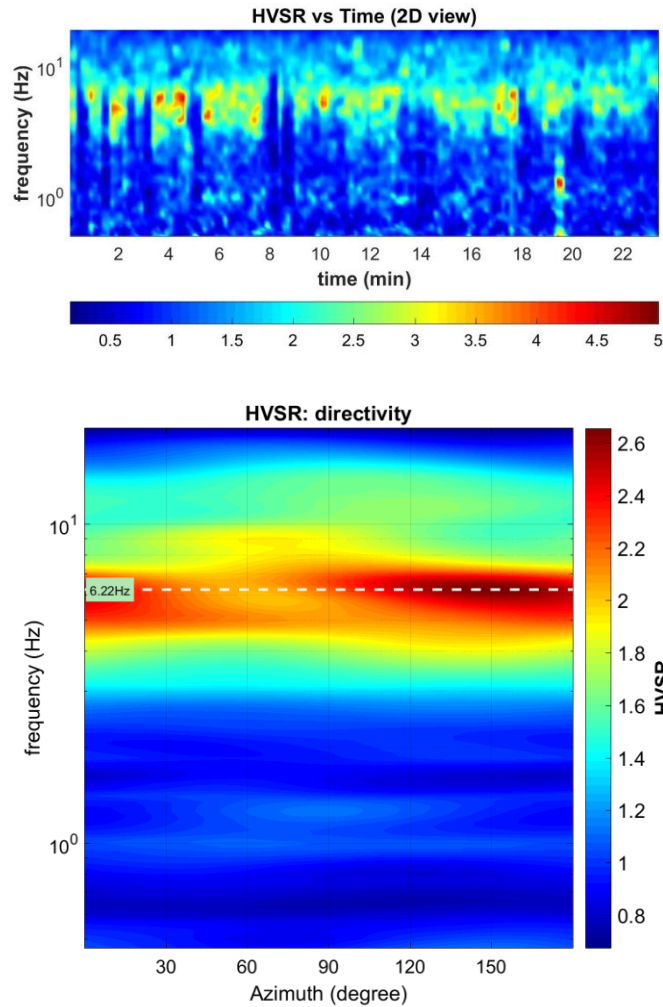
Criteria for a reliable H/V curve

- #1: OK
- #2: OK
- #3: OK

Criteria for a clear H/V peak [6.22 Hz]

- #1: OK
- #2: OK
- #3: OK
- #4: NO
- #5: NO
- #6: OK





## RISULTATI

La curva H/V evidenzia un massimo non ben definito in corrispondenza della frequenza di 6,22 Hz (ampiezza = 2,38), il quale rappresenta un contrasto di impedenza sismica non particolarmente elevato tra i depositi prevalentemente ghiaiosi addensati ( $380 \text{ m/s} \leq V_s \leq 440 \text{ m/s}$ ) e gli orizzonti ghiaiosi cementati o di conglomerato sottostanti ( $V_s \geq 660 \text{ m/s}$ ), ad una profondità di circa 18m dal piano campagna.

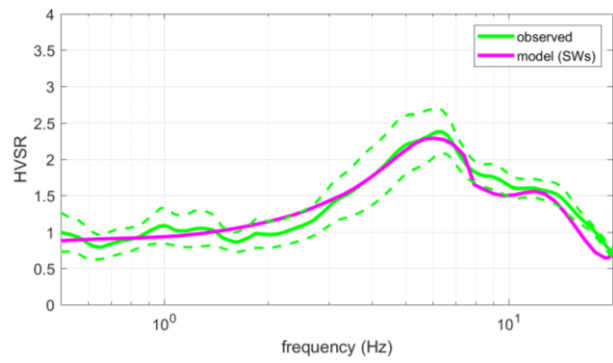
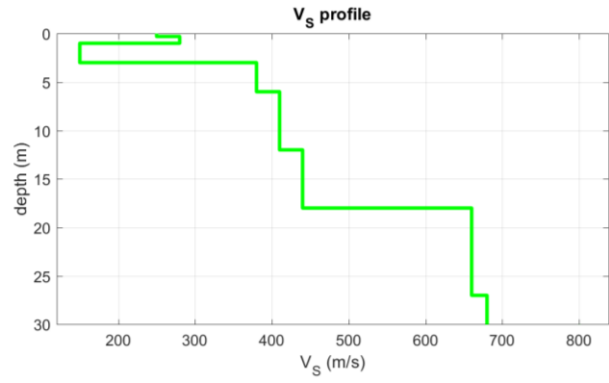
Più superficialmente si osserva solamente un massimo appena accennato a frequenze di poco superiori ai 10 Hz, legati al possibile passaggio tra i depositi rimaneggiati superficiali e i depositi ghiaiosi sottostanti, situato a qualche metro di profondità dal piano campagna.

La modellazione della curva H/V ha cercato di ottimizzare il misfit tra la curva sperimentale (in verde) e quella teorica (in fucsia).

La velocità equivalente che risulta dalla modellazione è di 421 m/s e pertanto si può classificare il sito come appartenente alla categoria B dei suoli fondazionali, secondo le NTC 2018.

**Vs model (Vs30 & VsE: 421 421 m/s)**

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	250	0.3000	0.3000
2	280	0.7000	1
3	150	2	3
4	380	3	6
5	410	6	12
6	440	6	18
7	660	9	27
8	680	10	37
9	690	25	62
10	700	35	97
11	730	200	297
12	800	0	0



## TOMOGRAFIE ELETTRICHE

Si riportano di seguito i dati salienti delle tomografie elettriche realizzate a Tavagnacco:

Tomografia 1	Spaziatura tra gli elettrodi 0,5 metri
	Lunghezza totale stendimento 23,5 metri
	Elettrodo 1 verso nord
Tomografia 2	Spaziatura tra gli elettrodi 1,3 metri
	Lunghezza totale stendimento 61,1 metri
	Elettrodo 1 verso nord
Tomografia 3	Spaziatura tra gli elettrodi 1,0 metri
	Lunghezza totale stendimento 47,0 metri
	Elettrodo 1 verso nord

La tomografia numero 1 è quella in cui è stato iniettato il tracciante salino nel sottosuolo.

### Specifiche tecniche della strumentazione utilizzata

Lo strumento impiegato per la realizzazione delle prospezioni geofisiche è modello X612ME prodotto dalla MAE e consiste in un georesistivimetro digitale per la misura della resistività dei terreni con tecnica SEV o multielettrodo. La strumentazione integra al suo interno tutto il necessario per effettuare prospezione geoelettrica SEV o multielettrodo con 48 elettrodi.

Le caratteristiche tecniche dello strumento sono:

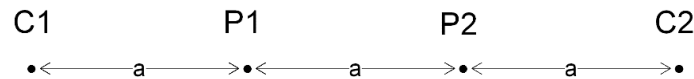
- Risoluzione scheda di acquisizione 24 bit
- Numero elettrodi gestiti senza box di espansione: 48
- Numero elettrodi gestiti con box di espansione: da 48 a 288
- Tensioni di uscita: da 50V a 800V (950V con generatore esterno opzionale)
- Potenza massima: 250W (600W con generatore esterno opzionale)
- Intensità massima corrente in uscita: 5 A a 50V
- Precisione della misura della corrente in uscita:  $\pm 0,2\mu\text{A}$
- Tempo di immissione: impostabile a partire da 0,25 sec. (Visualizzazione grafica dell'onda impostata)
- Precisione della misura della misura di potenziale:  $\pm 1,5\mu\text{V}$  nel range  $\pm 25\text{V}$
- Formato dei dati: TSV, CSV, DAT
- Display: LCD 12.2" con touch-screen integrato optical bonding

## Campagna di indagini

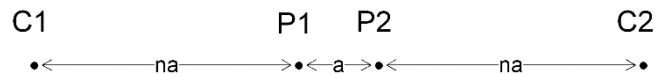
La campagna di indagini realizzata a Tavagnacco è costituita da tre stendimento, sui quali sono stati realizzati array secondo la configurazione elettrodica Wenner Alpha, Wenner Schlumberger e Dipolo Dipolo.

La corrente erogata durante le acquisizioni è pari a 180 mA con tensione massima di 800 V.

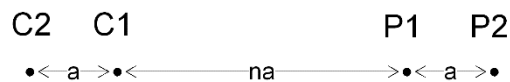
### WENNER ALPHA



### WENNER - SCHLUMBERGER



### DIPOLO - DIPOLO



### CENNI TEORICI

La tomografia elettrica di superficie si basa sull'acquisizione di un elevato numero di misure elettriche mediante l'utilizzo di elettrodi disposti ad intervalli regolari lungo un piano, anche variamente inclinato.

L'elaborazione del dato avviene mediante appositi software che si basano generalmente sul Metodo degli Elementi Finiti. Tale metodo prevede la suddivisione del sottosuolo in un numero finito di celle, al cui interno la resistività è uniforme ed incognita. Tali celle hanno generalmente forma quadrata o rettangolare, con dimensioni che dipendono dalla spaziatura tra gli elettrodi.

L'acquisizione in campagna consiste nell'immissione di corrente attraverso una coppia di elettrodi (AB) e di una misura della differenza di potenziale indotta mediante un'altra coppia di elettrodi (MN).

In modo automatico la strumentazione alterna gli elettrodi di energizzazione e di misura del differenziale di potenziale.

Il risultato finale è l'acquisizione di una maglia di punti di lettura lungo una sezione. Essendo noti l'intensità di corrente immessa e la differenza di potenziale indotta, è possibile per ogni punto determinare la resistività apparente.

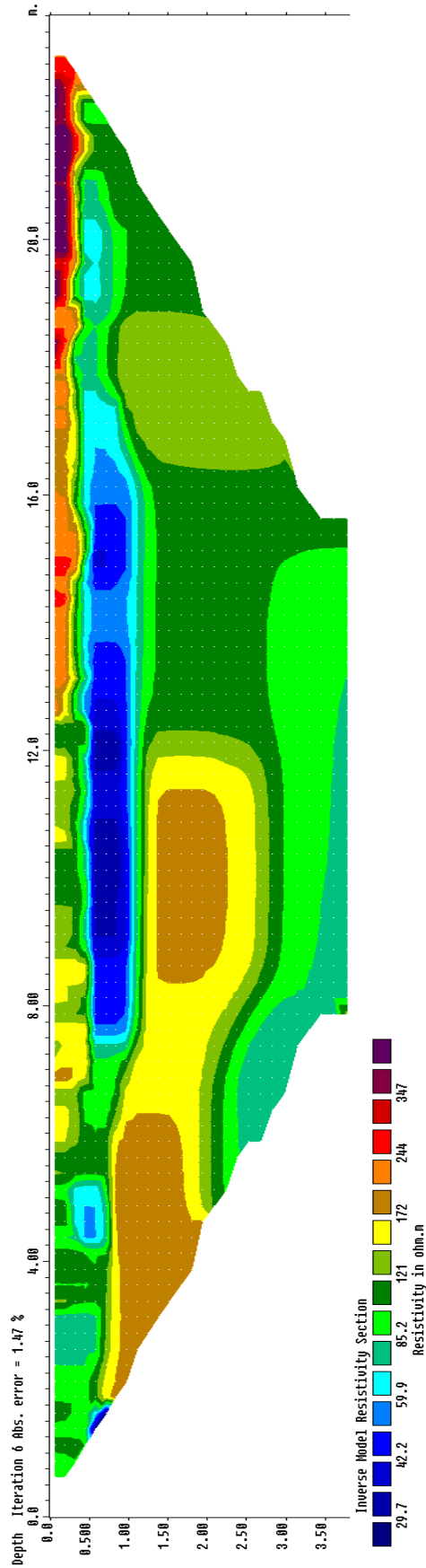
### **ELABORAZIONE DEI DATI**

L'elaborazione dei dati raccolti in campagna è stata effettuata mediante software RES2DINV della Geotomo.

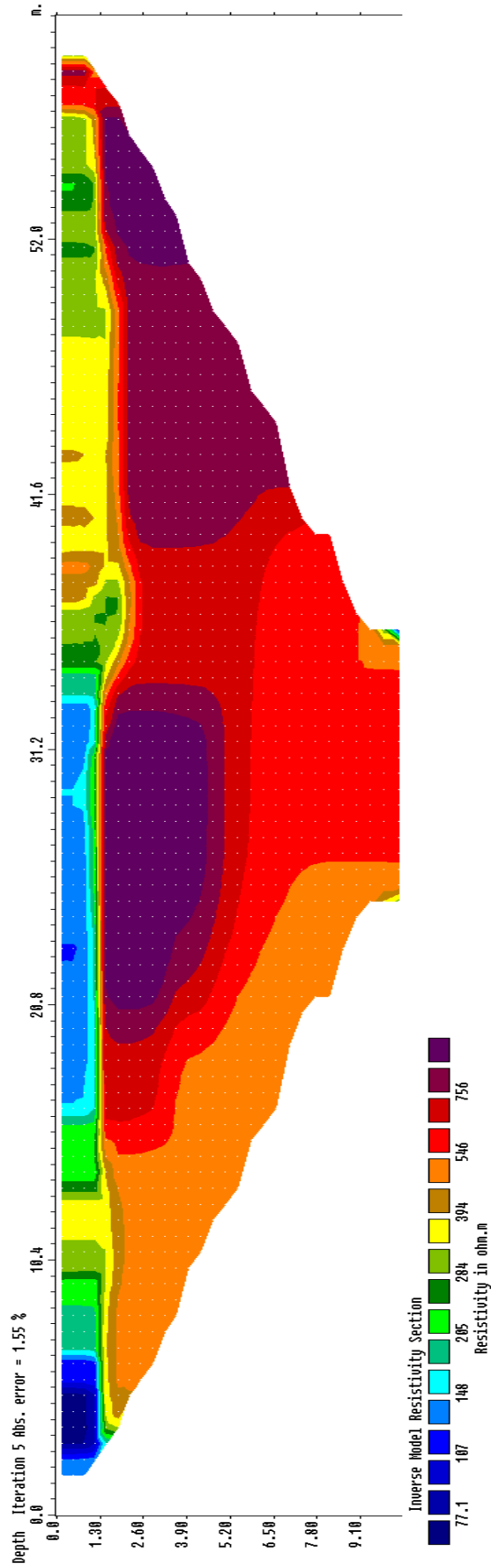
Tale software utilizza il Metodo dei Minimi Quadrati per convertire i valori di resistività apparente in una sezione. Il software permette inoltre la possibilità di modificare molteplici fattori da parte dell'operatore, al fine di individuare il modello che maggiormente rappresenta il substrato geologico dell'area indagata.

## INTERPRETAZIONE DEI DATI

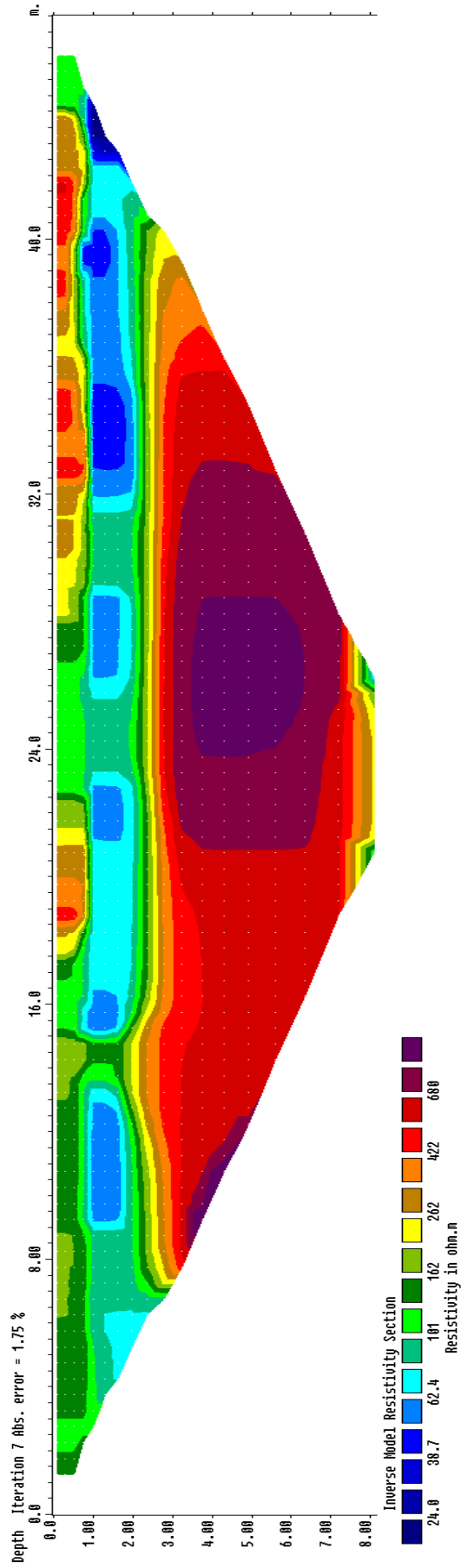
### Tomo 1 – misura di bianco prima dell'immissione del tracciante salino



**Tomo 2**



**Tomo 3**



La prima tomografia è stata realizzata al fine di ottenere la stima della permeabilità mediante tracciante salino. E' stato preventivamente realizzato uno scavo nel qual è stata immessa acqua satura di sale da cucina.

Ripetendo la misura ad intervalli di tempo regolari, è stato monitorato l'andamento del plume dell'acqua salata nel sottosuolo, osservando il propagarsi del liquido altamente conduttivo in time-lapse.

L'immagine riportata in questo capitolo è la misura di bianco, ovvero la misura eseguita prima dell'immissione del tracciante.

Si osserva lo spessore del riporto che in questo punto misura solamente mezzo metro, cui sottostanno le ghiaie in abbondante matrice limoso sabbiosa che assumono le tonalità del blu.

Oltre la profondità di un metro circa sono presenti ghiaie sabbiose limose.

Nella seconda tomografia si osserva uno strato superficiale potente da un metro ad un metro e mezzo di terreni la cui resistività oscilla tra 70 e 400 Ohm\*metro. Si tratta dello strato di riporto che in questo punto non è omogeneo e presenta tenori variabili di frazione fine. Al di sotto di questo strato superficiale sono presenti ghiaie e sabbie limose fino oltre la profondità di 9 metri.

Nella terza prova si osservano tre strati a differente comportamento. Superficialmente il riporto prevalentemente ghiaioso potente meno di un metro, cui sottostanno terreni più conduttivi verosimilmente costituiti da ghiaie in abbondante matrice limoso sabbiosa fino alla profondità compresa tra 2 e 2,5 metri. Al di sotto sono presenti ghiaie con maggiore resistività, in cui si ritiene che la matrice limoso sabbiosa sia percentualmente inferiore.

Certificato tomografie:

Tomografia elettrica 1		Tomografia elettrica 2		Tomografia elettrica 3	
Committente	FR.Edil	Committente	FR.Edil	Committente	FR.Edil
Cantiere	Nuovo capannone	Cantiere	Nuovo capannone	Cantiere	Nuovo capannone
Località	Tavagnacco	Località	Tavagnacco	Località	Tavagnacco
Responsabile	geol. D. Seravalli	Responsabile	geol. D. Seravalli	Responsabile	geol. D. Seravalli
Data acquisizione	17.04.2021	Data acquisizione	17.04.2021	Data acquisizione	28.04.2021
ID linea	Tomo 1	ID linea	Tomo 2	ID linea	Tomo 3
Coordinate EI1	Lat: 46.089076° Long: 13.195493°	Coordinate EI1	Lat: 46.088573° Long: 13.195257°	Coordinate EI1	Lat: 46.090035° Long: 13.195341°
Coordinate EI48	Lat: 46.088861° Long: 13.195486°	Coordinate EI48	Lat: 46.088028° Long: 13.195160°	Coordinate EI48	Lat: 46.089632° Long: 13.195144°
N° elettrodi	48	N° elettrodi	48	N° elettrodi	48
Distanza elettrodi	0.5 m	Distanza elettrodi	1.3 m	Distanza elettrodi	1.0 m
Geometria acquisiz.	Dipolo Dipolo	Geometria acquisiz.	Wenner Schlumberger	Geometria acquisiz.	Wenner Alpha
N° quadropoli	609	N° quadropoli	1023	N° quadropoli	360
Formato dati	.dat	Formato dati	.dat	Formato dati	.dat

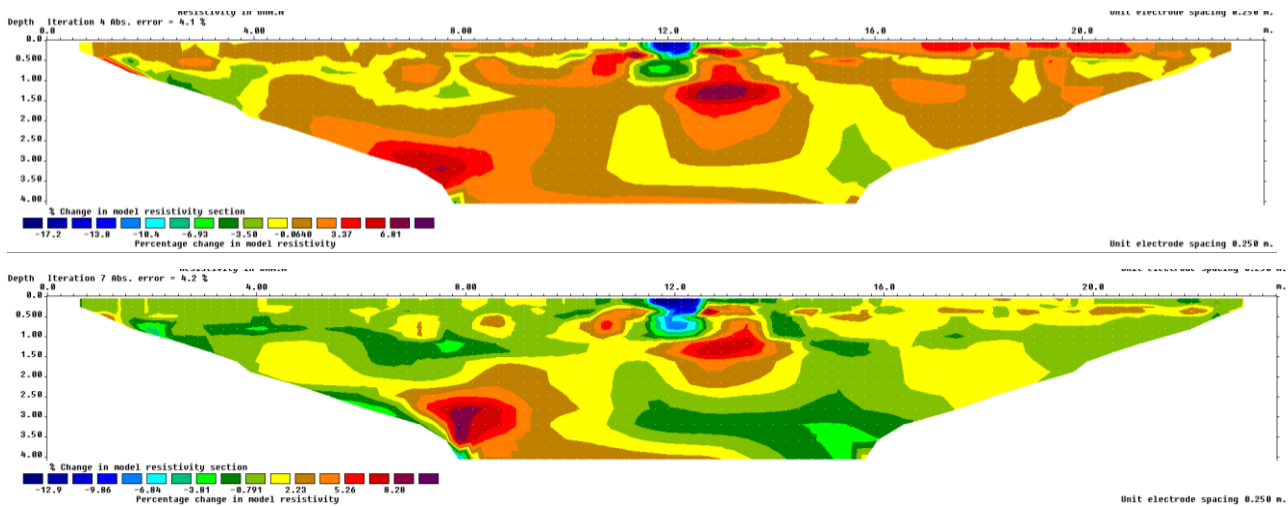
  

Documentazione fotografica:



## Stima della permeabilità

La prova è stata svolta effettuando acquisizioni con lo strumento dopo l'immissione del tracciante salino. Confrontando la prima misura effettuata dopo l'immissione del tracciante salino con la terza misura si osserva come il plume abbia percorso circa mezzo metro:



$\Delta T$ (s)	1200	Mezzo metro di percorso in 20 minuti permette di calcolare una velocità di infiltrazione di 0,00042 m/secondo. Assumendo la porosità efficace pari a 0,3 si ottiene un valore di K pari a <u>1,25*10<sup>-4</sup> m/secondo</u>
$\Delta X$ (m)	0.5	
V infiltrazione	0.000416667	
ne	0.3	
K m/s	0.000125	

## 8. INDICAZIONI GEOLOGICO TECNICHE

Dato il quadro geologico generale dell'area, quanto emerso dal rilievo di superficie in campagna e quanto ricavato dalle indagini eseguite, si ritiene di poter schematizzare la struttura del sottosuolo per i primi metri nel seguente modo:

**TERRENO DI RIPORTO: GHIAIA ADDENSATA spessore medio un metro (Orizzonte A)**

peso di volume (kN/mc)	19,00 - 19,50
angolo di attrito interno (gradi sess,)	33° - 34°
coesione (kN/mq)	0
permeabilità (m/s)	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-5</sup>

**GHIAIA SABBIOSA LIMOSA CON MATRICE A TRATTI ABBONDANTE fino alla profondità di 1,5-2,0 metri (Orizzonte B)**




peso di volume (kN/mc)	18,00 - 18,50
angolo di attrito interno (gradi sess,)	30° - 31
coesione (kN/mq)	0
permeabilità (m/s)	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>

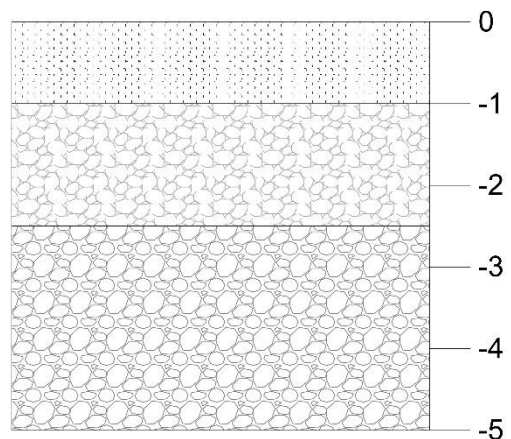
**GHIAIA SABBIOSA LIMOSA CON CIOTTOLI oltre la profondità di 1,5 - 2,0 metri dal piano campagna (Orizzonte C)**

peso di volume (kN/mc)	18,50 - 19,00
angolo di attrito interno (gradi sess,)	32° - 34°
coesione (kN/mq)	0
permeabilità (m/s)	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-5</sup>

## 9. SEZIONE GEOLITOLOGICA

### LEGENDA

	Terreno di riporto prevalentemente ghiaioso (Orizzonte A)
	Ghiaia in abbondante matrice (Orizzonte B)
	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli (Orizzonte C)



## 10. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 46.0884209 [°]  
 Longitudine (WGS84): 13.1954288 [°]  
 Latitudine (ED50): 46.0893021 [°]  
 Longitudine (ED50): 13.1964054 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	9874	46.084390	13.129930	5155.70
2	9875	46.084590	13.201810	669.63
3	9653	46.134590	13.201540	5051.17
4	9652	46.134400	13.129590	7188.43

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.057	2.472	0.241
SLD	50	0.074	2.475	0.263
	72	0.089	2.465	0.274
	101	0.105	2.441	0.288
	140	0.122	2.425	0.305
	201	0.143	2.436	0.316
SLV	475	0.206	2.459	0.333
SLC	975	0.272	2.501	0.348
	2475	0.390	2.454	0.374

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.058	2.468	0.241
SLD	50	0.075	2.485	0.261
	72	0.091	2.467	0.272
	101	0.107	2.438	0.286
	140	0.125	2.429	0.298
	201	0.146	2.433	0.314
SLV	475	0.212	2.449	0.332
SLC	975	0.281	2.483	0.347
	2475	0.404	2.437	0.374

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.062	2.477	0.241
SLD	50	0.082	2.481	0.259
	72	0.099	2.458	0.270
	101	0.117	2.437	0.284
	140	0.136	2.425	0.295
	201	0.160	2.424	0.312
SLV	475	0.231	2.437	0.331
SLC	975	0.310	2.445	0.348
	2475	0.446	2.407	0.375

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.061	2.474	0.242
SLD	50	0.081	2.482	0.260
	72	0.098	2.459	0.272
	101	0.115	2.434	0.286
	140	0.134	2.425	0.296
	201	0.157	2.428	0.313
SLV	475	0.227	2.445	0.332
SLC	975	0.304	2.455	0.348
	2475	0.437	2.415	0.375

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.058	2.470	0.241
SLD	50	0.076	2.484	0.261
SLV	475	0.214	2.449	0.332
SLC	975	0.285	2.479	0.347

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

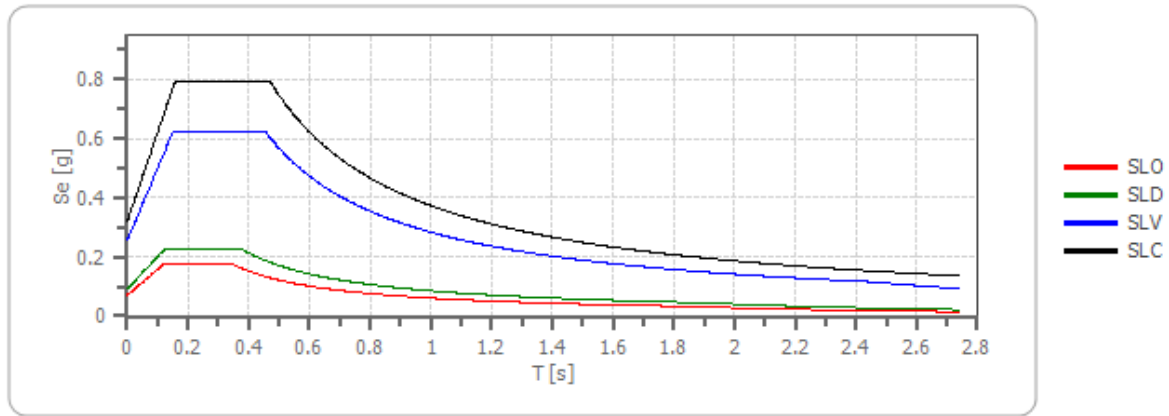
T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.018	0.071	0.089
kv	0.007	0.009	0.036	0.045
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.687	0.898	2.499	3.127
Beta	0.200	0.200	0.280	0.280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



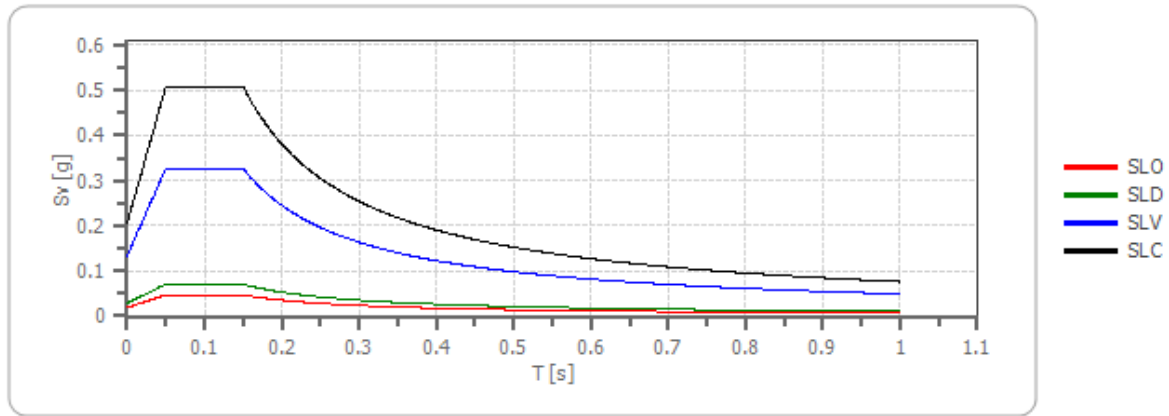
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.058	2.470	0.241	1.200	1.460	1.000	1.200	1.000	0.117	0.351	1.834	0.070	0.173
SLD	1.0	0.076	2.484	0.261	1.200	1.440	1.000	1.200	1.000	0.125	0.375	1.905	0.092	0.227
SLV	1.0	0.214	2.449	0.332	1.190	1.370	1.000	1.190	1.000	0.151	0.454	2.456	0.255	0.624
SLC	1.0	0.285	2.479	0.347	1.120	1.360	1.000	1.120	1.000	0.157	0.472	2.739	0.319	0.791

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.058	2.470	0.241	1	1.460	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.019	0.047
SLD	1.0	0.076	2.484	0.261	1	1.440	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.028	0.071
SLV	1.0	0.214	2.449	0.332	1	1.370	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.134	0.327
SLC	1.0	0.285	2.479	0.347	1	1.360	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.205	0.509

### Spettro di progetto

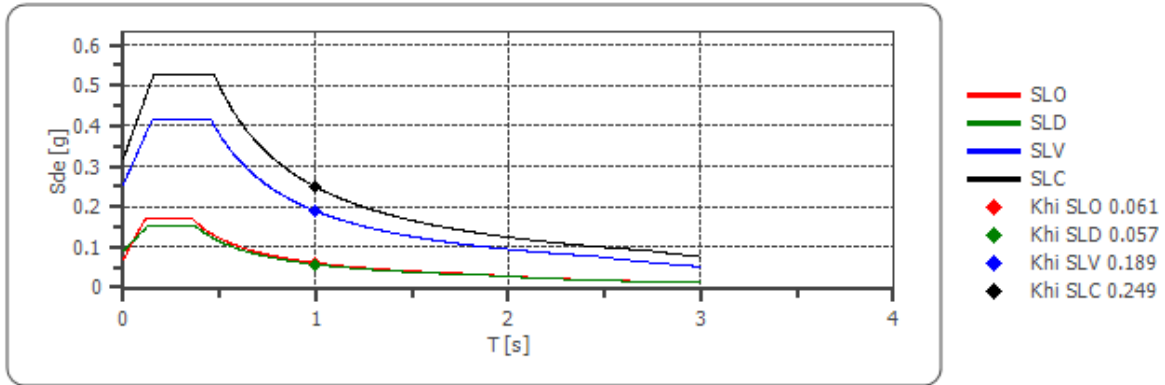
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50

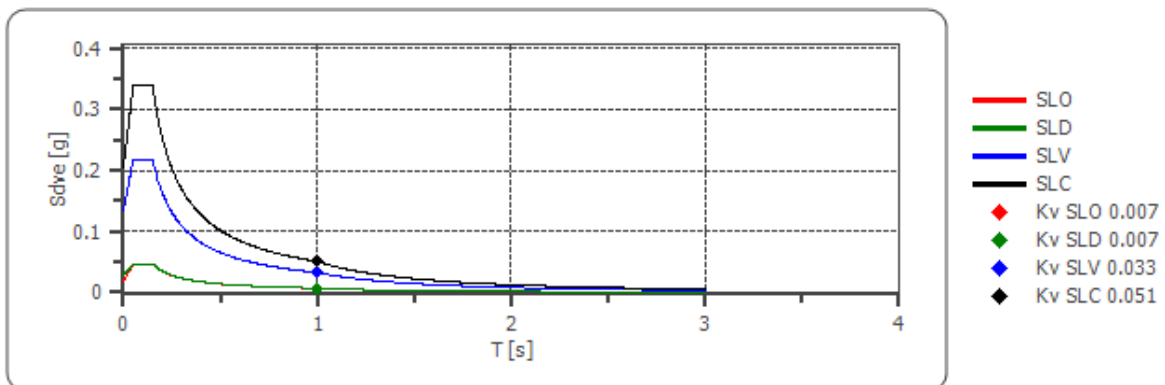
Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.061	0.057	0.189	0.249
0.007	0.007	0.033	0.051	

### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



### Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.058	2.470	0.241	1.200	1.460	1.000	1.200	1.000	0.117	0.351	1.834	0.070	0.173
SLO verticale	1.0	0.058	2.470	0.241	1.200	1.460	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.019	0.047
SLD orizzontale	1.0	0.076	2.484	0.261	1.200	1.440	1.000	1.200	1.500	0.125	0.375	1.905	0.092	0.152
SLD verticale	1.0	0.076	2.484	0.261	1.200	1.440	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.028	0.047
SLV orizzontale	1.0	0.214	2.449	0.332	1.190	1.370	1.000	1.190	1.500	0.151	0.454	2.456	0.255	0.416
SLV verticale	1.0	0.214	2.449	0.332	1.190	1.370	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.134	0.218
SLC orizzontale	1.0	0.285	2.479	0.347	1.120	1.360	1.000	1.120	1.500	0.157	0.472	2.739	0.319	0.527
SLC verticale	1.0	0.285	2.479	0.347	1.120	1.360	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.205	0.339

## 11. CONCLUSIONI

Su incarico della committenza si redige la presente relazione geologica ai terreni interessati dai lavori di urbanizzazione di un Piano Attuativo a Tavagnacco. Tali terreni sono identificati catastalmente al Foglio 27, mappali 46,50, 522, 523, 894, 1299, 1300, 1311, 1314, 1315, 1316, 1317, 1318 e 1319.

Il progetto prevede opere di urbanizzazione per la futura costruzione di un capannone ed una palazzina uffici.

Le situazioni tettonica e geologica della zona sono ben delineate, l'area di intervento si colloca in un tratto di alta pianura friulana, immediatamente a valle della cerchia morenica depositata dal ghiacciaio tilaventino, su terreni alluvionali costituiti prevalentemente da ghiaie.

Per la redazione della presente relazione è stata realizzata una campagna di indagini geognostiche costituita da una indagine sismica HVSR, tre scavi di saggio, due tomografie elettriche ed una tomografia elettrica con immissione di un tracciante salino per la stima della permeabilità dei terreni.

Sulla base dei rilievi svolti si ritiene lecito affermare quanto segue:

- L'area di indagine si colloca nella parte più meridionale del territorio comunale di Tavagnacco;
- Tavagnacco ricade in Zona sismica Z2;
- La classe topografica dei luoghi di intervento è T1;
- Il sito si classifica come appartenente alla categoria B dei suoli fondazionali;
- L'area di indagine non è vincolata ai sensi della vigente normativa PAIR;
- Secondo la consultazione del sito ITHACA l'area di indagine non è interessata da lineamenti tettonici;
- L'area in cui si inserisce la nuova costruzione è caratterizzata da terreni di origine fluvioglaciale;
- Si tratta di depositi prevalentemente ghiaiosi che i corsi d'acqua hanno trasportato a valle dalle vicine colline moreniche in fase di disgelo del ghiacciaio tilaventino;
- Tutta l'area è stata adibita a piazzale di manovra per i mezzi, ed è stata ricoperta da uno strato di ghiaia (Orizzonte A). Gli scavi di saggio hanno verificato il buon grado di addensamento di tale ghiaia, tuttavia le tomografie elettriche hanno riscontrato una certa eterogeneità, in particolare la tomografia 2 realizzata in corrispondenza del futuro capannone. In fase di realizzazione delle opere andrà verificata l'effettiva natura di tale terreno;
- Al di sotto del riporto è presente uno strato di transizione (Orizzonte B) tra quella che in passato

era la copertura vegetale (asportata in fase di realizzazione del piazzale) e le sottostanti ghiaie. Tale strato è costituito da ghiaia in abbondante matrice limoso sabbiosa, ed il suo letto è posto a profondità comprese tra 2 e 2,5 metri dall'attuale piano campagna;

- Al di sotto dello strato di transizione sono presenti i depositi fluvioglaciali, ovvero ghiaie sabbiose limose con ciottoli (Orizzonte C);
- La tomografia elettrica realizzata con immissione di tracciante salino ha permesso di stimare la permeabilità con un valore di  $K$  pari a  $1,25 \cdot 10^{-4}$  m/secondo. Questo valore è attribuibile alle ghiaie presenti a partire dalla profondità di 2/2,5 metri dall'attuale piano campagna;
- Per quanto concerne la falda freatica, questa è presente a partire da profondità minima di 20 metri circa;
- Le fondazioni delle nuove strutture potranno essere dimensionate sulla base dei dati forniti nel capitolo dedicato alle indicazioni geologico tecniche.

In fase di realizzazione degli scavi sarà comunque opportuno controllare congiuntamente con lo scrivente che la situazione geologica corrisponda a quella delineata su tutta la superficie d'intervento. Quest'operazione di controllo, in fase esecutiva, sarà attuata con riferimento soprattutto all'individuazione di piccole lenti superficiali di terreni geotecnicamente scadenti e finalizzata all'adozione degli opportuni accorgimenti tecnici eventualmente necessari.

Gemona del Friuli, 19 dicembre 2024

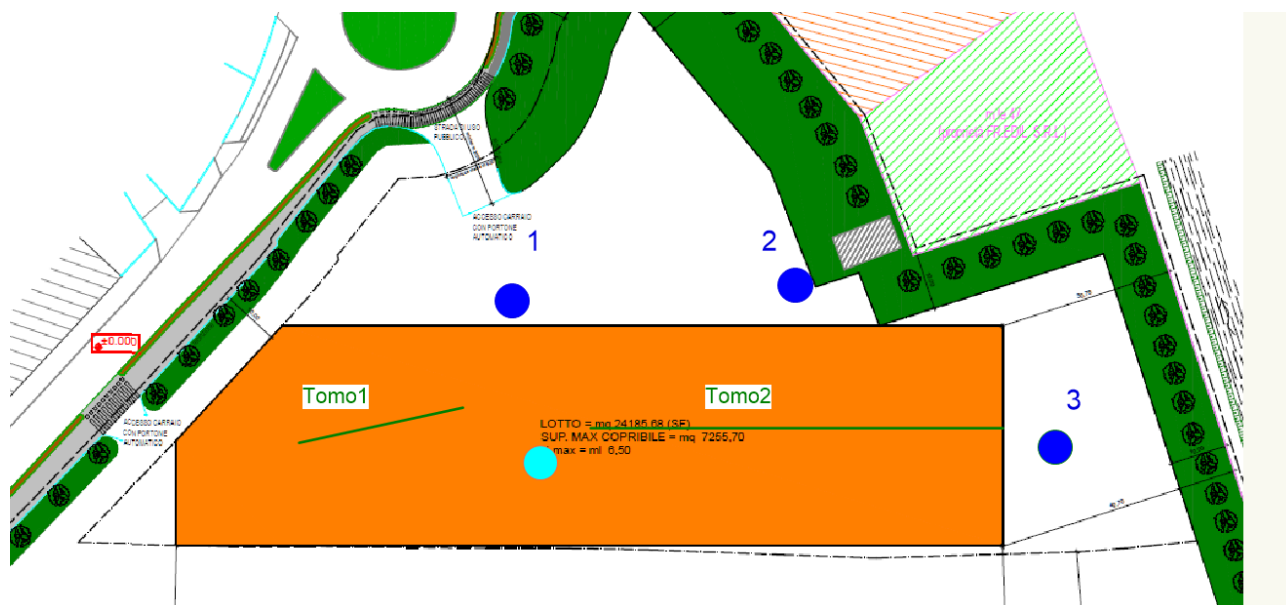
Dott. Geol. Davide Seravalli

Posizione indicativa indagini:

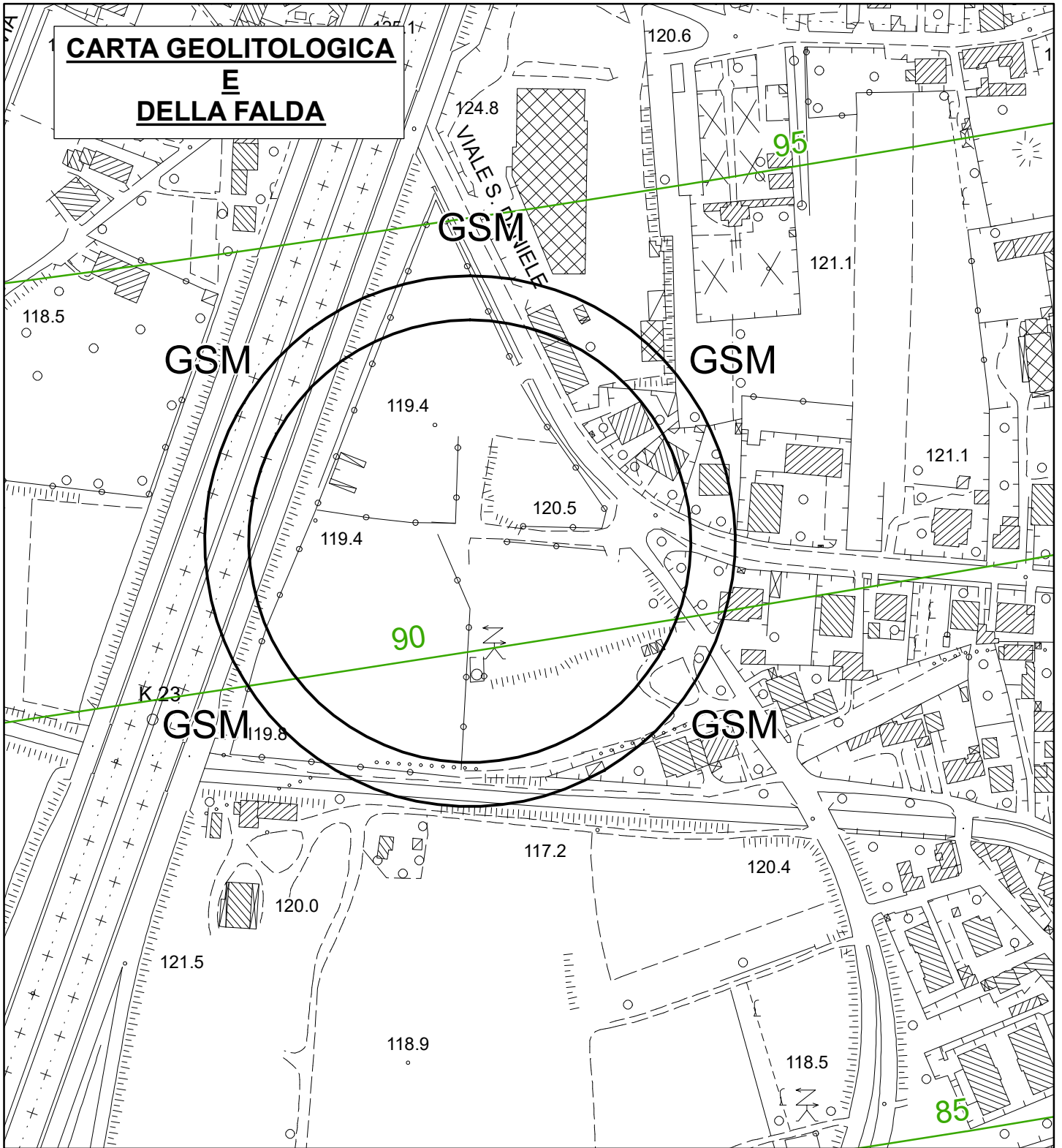
In blu gli scavi di saggio

In verde le tomografie elettriche

In celeste indagine HVSR



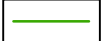






Scala 1:2.500

**Legenda**

-  Area di indagine
-  Ghiaia sabbiosa limosa
-  Isofreatiche del massimo livello di falda ( in m.s.l.m.)