



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO  
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE  
SERVIZIO OPERE CIVILI

UFFICIO PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



COMUNE DI TESERO  
LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE



Lavori di adeguamento dello  
stadio del fondo a Lago di Tesero  
UF1a+UF1b

FASE PROGETTO :


PROGETTO ESECUTIVO

CATEGORIA :

GEOLOGIA

TITOLO TAVOLA :

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

C. SIP: <b>E-90/000</b>	C. SOC: <b>5360</b>	SCALA : <b>1:100</b>	FASE PROGETTO : <b>E</b>	TIPO ELAB. : <b>R</b>	CATEGORIA : <b>340</b>	PARTE D'OPERA : <b>UF1a+UF1b</b>	N° PROGR. <b>02</b>	REVISIONE :
PROGETTO ARCHITETTONICO:  arch. <b>Marco GIOVANAZZI</b>			PROGETTO STRUTTURE e ANTINCENDIO:  ing. <b>Marco SONTACCHI</b>			Visto ! IL DIRIGENTE:  ing. <b>Marco GELMINI</b>		
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:  ing. <b>Renato COSER</b>			PROGETTO IMPIANTI TERMOMECCANICI:  ing. <b>Giovanni BETTI</b>			Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO :  arch. <b>Silvano TOMASELLI</b>  IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO:  ing. <b>Gabriele DEVIGILI</b>		
CSP:  ing. <b>Piero MATTIOLI</b>			RELAZIONE GEOLOGICA:  geol. <b>Mirko DEMOZZI</b> 			RELAZIONE ACUSTICA:  ing. <b>Matteo AGOSTINI</b>		
NOME FILE : <b>5360-ER340-2_RelazGEO_finale.pdf</b>						DATA REDAZIONE : <b>MAGGIO 2023</b>		

Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PRINCIPALE .....	3
1.2	SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO .....	4
<b>2</b>	<b>COROGRAFIA .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARTOGRAFIA ALLEGATA PIANO URBANISTICO PROVINCIALE .....</b>	<b>10</b>
3.1	CLASSIFICAZIONE DELL'AREA IN BASE ALLE CARTE DELLA PERICOLOSITÀ .....	10
3.2	CARTA DELLE RISORSE IDRICHE .....	11
3.3	CARTOGRAFIA AGGIUNTIVA E ASPETTI AMBIENTALI .....	12
<b>4</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>13</b>
4.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	13
4.1.1	<i>Dati raccolti dalle indagini raccolte da lavori precedenti .....</i>	<i>13</i>
4.1.2	<i>Nuove indagini geognostiche giugno 2022 .....</i>	<i>20</i>
4.1.3	<i>Interpretazione stratigrafica di sintesi dei sondaggi .....</i>	<i>24</i>
4.2	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA .....	24
4.3	IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA .....	28
4.4	MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI .....	30
<b>5</b>	<b>DISCIPLINA D'UTILIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>AZIONE SISMICA .....</b>	<b>34</b>
6.1	VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO .....	34
6.2	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	35
6.2.1	<i>Sismicità locale .....</i>	<i>39</i>
6.2.2	<i>Stima della pericolosità e analisi di disaggregazione .....</i>	<i>40</i>
6.3	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE .....	42
<b>7</b>	<b>SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>FRONTI DI SCAVO .....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>50</b>
9.1	PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI .....	52
<b>10</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>55</b>

## 1 PREMESSA

Su incarico del **COMUNE DI TESERO** lo scrivente ha redatto la presente relazione geologica a supporto del progetto esecutivo a cura del **Servizio Opere Civili della P.A.T.** per i lavori di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero in previsione delle olimpiadi Milano-Cortina 2026 **Unità Funzionale 1** ed in particolare l'Unità UF1-A (nuovo interrato) e UF1-B (Tribune e centro FISI).

La relazione geologica (NTC18) che ha lo scopo di definire il **modello geologico** del sito e valutare quindi le proposte progettuali e la loro compatibilità in relazione alle caratteristiche e pericolosità geologiche del sito in oggetto ed eventualmente prescrivere le necessarie modifiche o integrazioni così come previsto dal **D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"** e relativa Circolare 2019 e dalla **Normativa Provinciale**.

Il lavoro è stato redatto nei mesi di febbraio-marzo 2023 e aggiorna la relazione geologica del 2022 redatta dallo scrivente a supporto del progetto definitivo.

Nel suo complesso il lavoro espone i risultati ottenuti dai sopralluoghi di superficie effettuati dallo scrivente, dalla consultazione dei database e cartografie disponibili on-line presso il Servizio Geologico della Provincia di Trento, e da precedenti studi effettuati in sito o aree limitrofe.

Nella relazione sono inoltre illustrati e commentati i contenuti della nuova campagna geognostica di sito e di laboratorio per la raccolta di ulteriori parametri utili alla ricostruzione del modello geologico e della caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Durante la stesura della relazione sono stati consultati in particolare anche i seguenti documenti:

- Relazione Geologica a firma dello scrivente a supporto del "Progetto preliminare per i lavori di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero-Unità Funzionale 1" del maggio 2022;
- Relazione Geologica a firma del Collega Geol. Marco Del Din del 2009 a supporto del "Progetto definitivo dei lavori di adeguamento degli edifici del Centro del Fondo di Lago per i Mondiali di sci nordico 2013";
- Relazione Geologica e Geotecnica a firma del Collega Geol. Luigi Frassinella del 2000 a supporto del progetto per la sistemazione del centro del fondo a Lago di Tesero;

### 1.1 *Quadro normativo di riferimento principale*

Eurocodici di riferimento

- Eurocodice 7: Progettazione Geotecnica
- Eurocodice 8: Progettazione Strutture per la resistenza sismica

Nazionale

- Decreto 17.01.2018: Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Circolare alle NTC2018 n. 7 21/01/2019
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014" n. 164;

- D.L. 9 aprile 2008 n. 81: “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, N. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.L. 3 aprile 2006 n. 152: “Norme in materia Ambientale” e successive modifiche
- D.M. 11 Marzo 1988: “Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

Provincia di Trento

- D.G.P. 1317 del 04/09/2020 e All. "Carta di sintesi della Pericolosità"
- D.G.P. 1681 del 14/09/2018 e All. "Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità"
- D.G.P. 1629 del 07/09/2018 e All. "Disposizioni tecniche per la predisposizione della CSP"
- L.P. 15/2015 per il "Governo del Territorio"
- L.P. 4 marzo 2008: “Piano Urbanistico Provinciale (Provincia Autonoma di Trento)”

### *1.2 Sintesi degli interventi previsti dal progetto*

Il progetto prevede una serie di interventi di potenziamento e di adeguamento dello Stadio di Fondo a Tesero in previsione delle olimpiadi invernali Milano Cortina del 2026. Oltre all'adeguamento degli edifici esistenti e delle piste limitrofe dedicate alle attività sportive invernali, il progetto propone la realizzazione di un interrato con accesso diretto allo stadio.

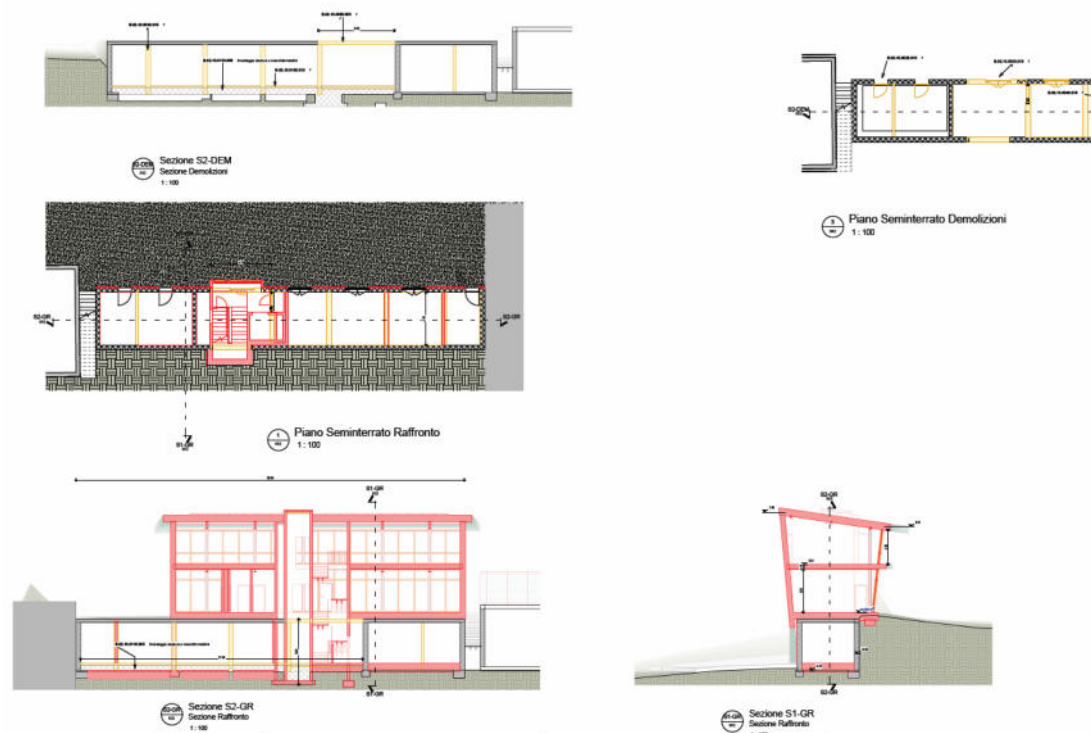
In particolare nel progetto definitivo l'Unità Funzionale 1, a cui fa da supporto la presente relazione geologica, prevede:

- ❖ UF1-A NUOVO EDIFICIO INTERRATO: si prevede di realizzare un nuovo volume interrato per ospitare gli spogliatoi atleti ed i locali tecnici per gli skimen. La realizzazione dell'interrato per il potenziamento zona team con accesso diretto all'area di gara con 1 piano interrato prevede di raggiungere un fondo scavo compreso tra i 6-7 m dal p.c.;
- ❖ UF1-B DEMORISCOTRUZIONE EDIFICIO DELLE TRIBUNE: sarà realizzato un edificio completamente nuovo che ospiterà una sala Lounge, per l'ospitalità durante gli eventi ed eventi che richiedano una sede prestigiosa. Al primo piano troveranno spazio gli uffici per cronometristi e giudici di gara. A piano seminterrato sono previsti spogliatoi per i giudici;
- ❖ UF1-B CENTRO FISCI: sarà un edificio completamente nuovo, da realizzarsi sopra gli attuali spazi seminterrati. Ospiterà il nuovo centro federale.

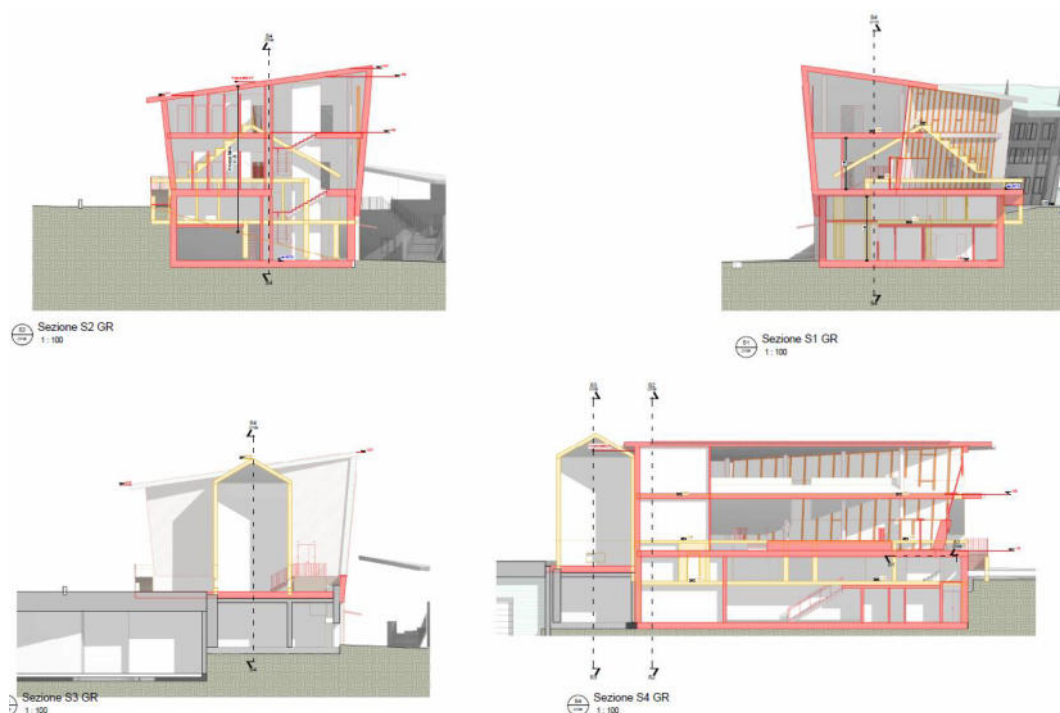
Mentre la realizzazione del nuovo edificio interrato (UF1-A) prevede significativi scavi con apertura di fronti di scavo rilevanti, il rifacimento delle tribune e del centri FISCI (Unità Funzionale UF1-B) prevede movimenti terra di limitato impatto.

Si rimanda alla documentazione progettuale per ulteriori dettagli.

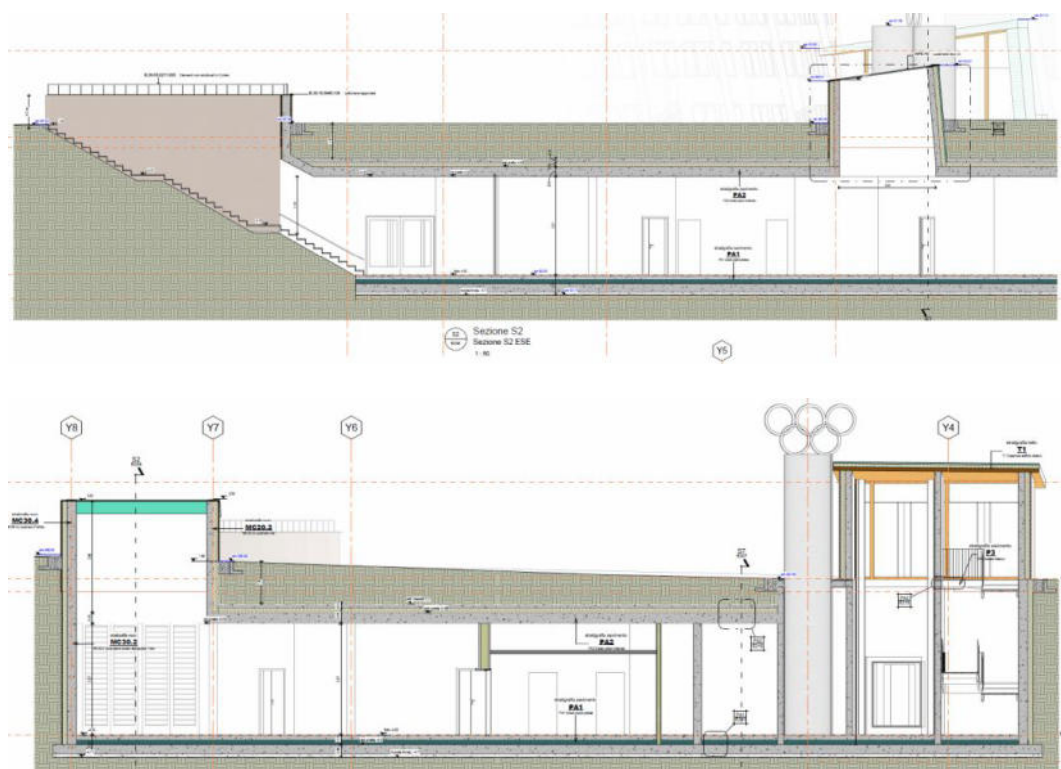




*Immagine 1: planimetrie e sezione di progetto del centro FISU sviluppato su 2 piani (UF1-B)*



*Immagine 2: planimetria e sezioni della ristrutturazione della tribuna (UF1-B)*



*Immagine 3: sezioni di progetto della struttura interrata (UF1-A)*

## 2 COROGRAFIA

L'area oggetto d'intervento è collocata presso la frazione di Lago di Tesero in Val di Fiemme (Trento) sulla sponda in sinistra idrografica del Torrente Avisio.



*Immagine 4: inquadramento dell'area su Google Maps*



*Immagine 5: zoom della foto precedente*



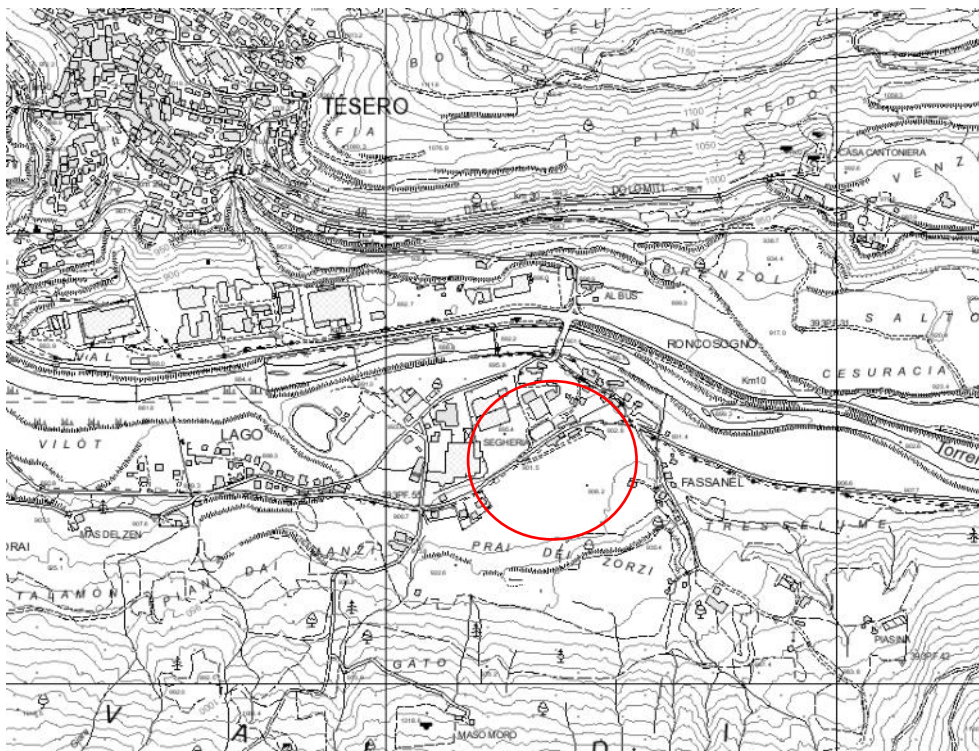


Immagine 6: corografia su CTP

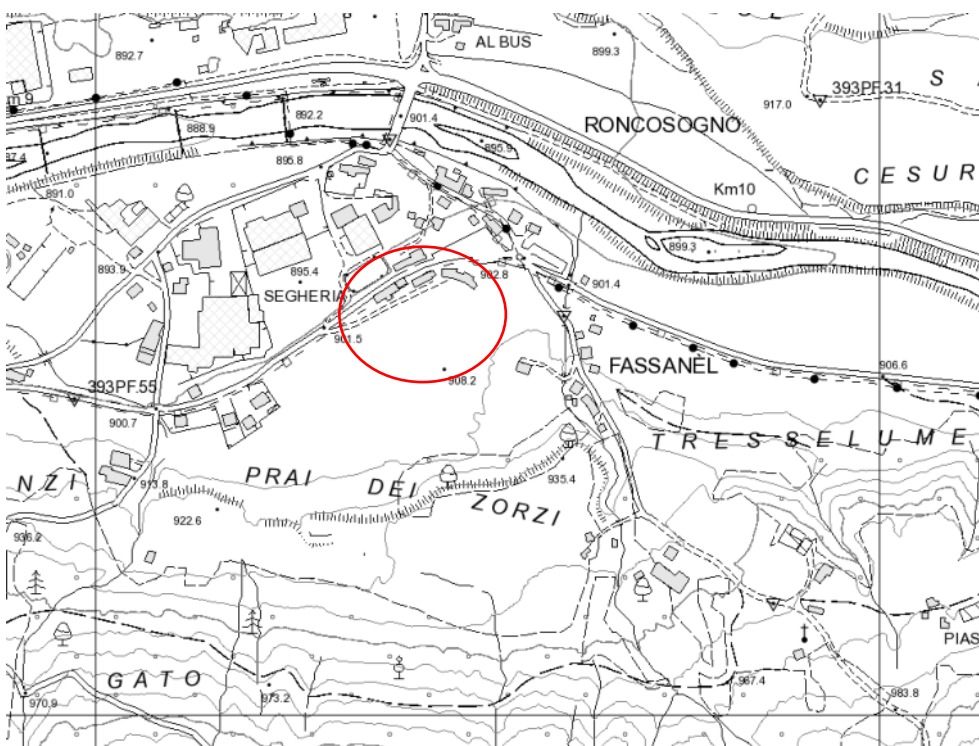


Immagine 7: zoom della C.T.P.





*Immagine 8: panoramica dell'area d'intervento*



*Immagine 9: la zona a prato in cui è previsto l'interrato e gli edifici oggetto di ristrutturazione*

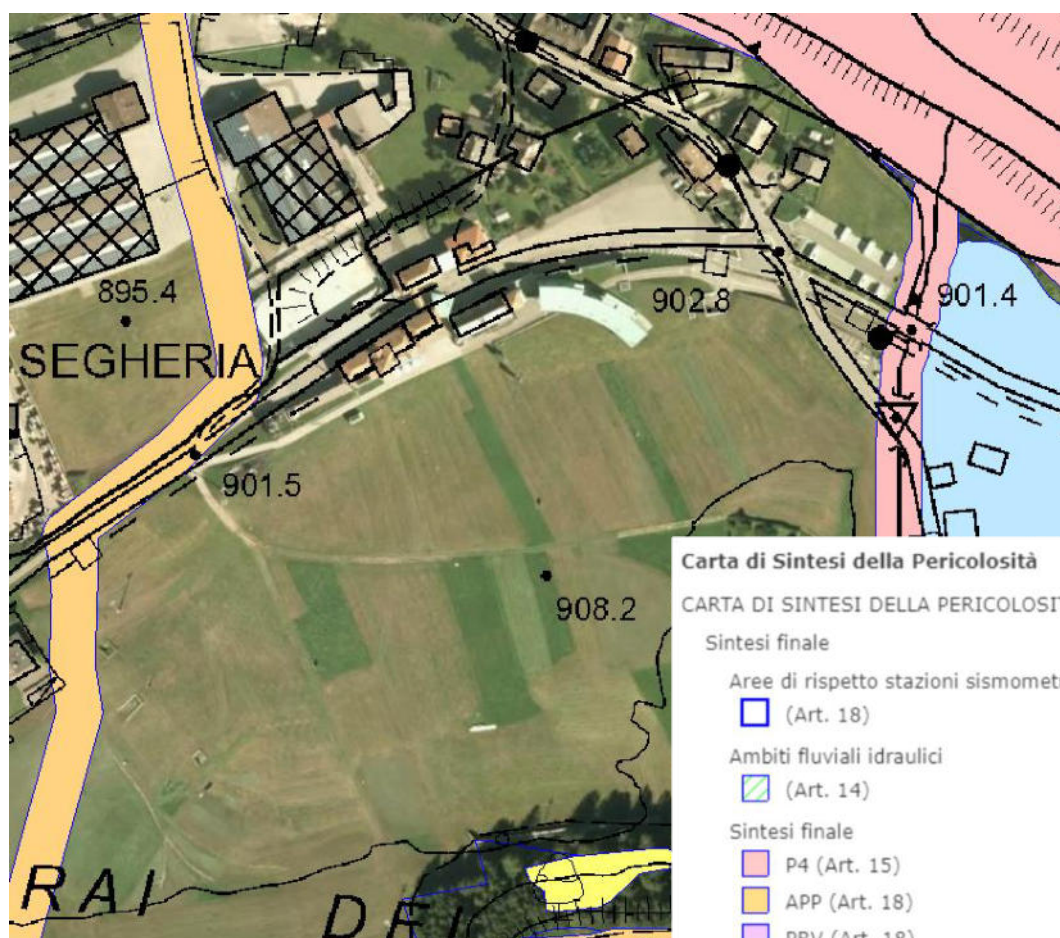


### 3 CARTOGRAFIA ALLEGATA PIANO URBANISTICO PROVINCIALE

Di seguito sono riportate le cartografie del P.U.P., elaborate dai Servizi Tecnici della Provincia Autonoma di Trento, per valutare la classificazione dell'area in base alla Carta di Sintesi delle Pericolosità e la Carta della Risorse Idriche.

#### 3.1 *Classificazione dell'area in base alle Carte della Pericolosità*

Come si evince dalla Carta di Sintesi della Pericolosità, elaborata dai Servizi Tecnici Provinciali, l'intervento ricade in **area classificata P1 "aree a penalità trascurabile o assente"** (art. 18 delle Norme di Attuazione del PUP) in relazione a **una problematica lito-geomorfologica trascurabile H1**.



*Immagine 10: estratto della Carta delle Pericolosità*

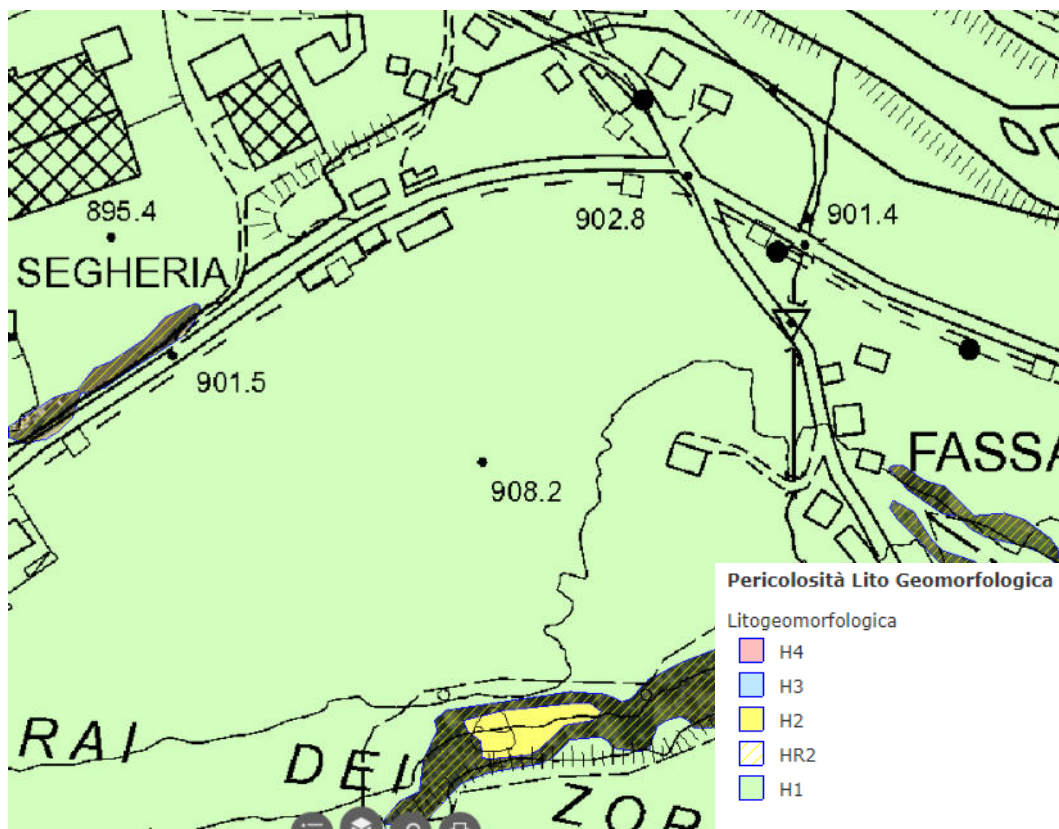


Immagine 11: pericolosità litogeomorfologica

### 3.2 Carta delle Risorse Idriche

L'area dell'intervento **non ricade in area a Rispetto o Protezione Idrogeologica** ovvero in aree sottoposte a vincoli atti a tutelare qualitativamente e quantitativamente le acque captate (art. 21 del PUP). Con la delibera n. 1941 dalla Giunta Provinciale il 12 ottobre 2018 è in vigore il terzo aggiornamento della Carta delle Risorse Idriche del P.U.P.

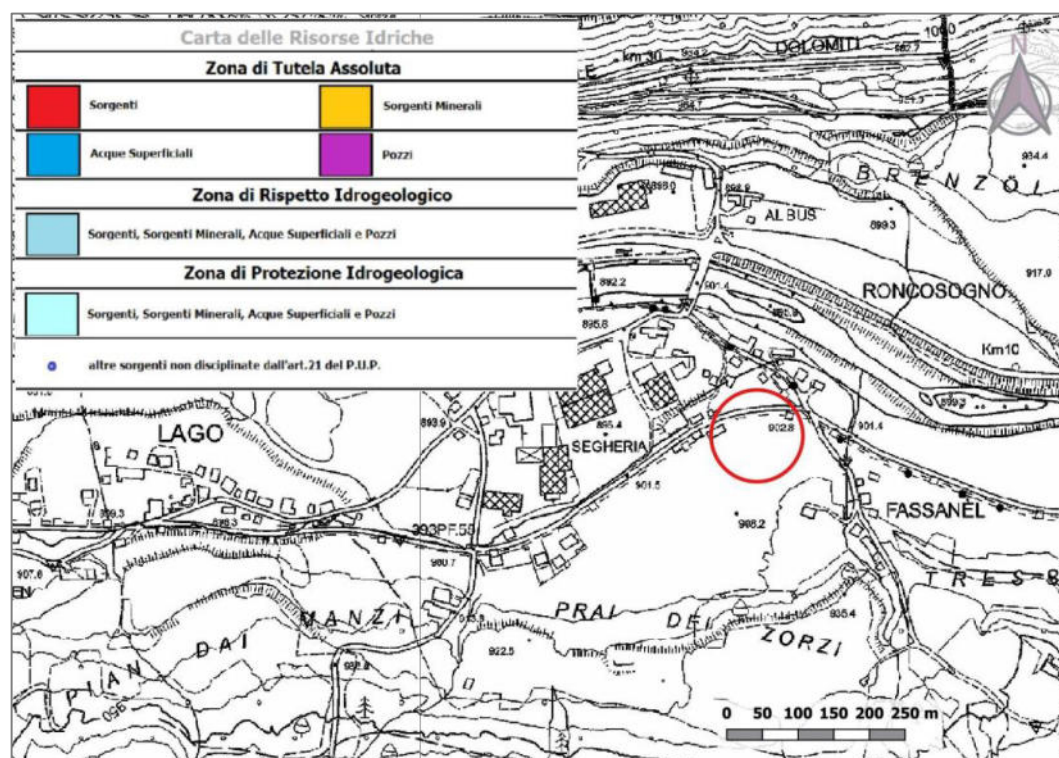


Immagine 12: Carta delle Risorse Idriche del PUP

### 3.3 *Cartografia aggiuntiva e aspetti ambientali*

Rispetto all'area di studio la tabella che segue riassume i principali aspetti ambientali e le eventuali interferenze con i luoghi in oggetto.

INTERFERENZE	ESENTE	AREE INTERESSATE
	✓	<b>Siti di rilevanza naturalistica</b> (ZPS, SIC, biotopi, parchi naturali, ecc): Rete Natura 2000.
	✓	<b>Macro-aree e aree con fondi naturali:</b> approvate con DGP 1666/2009, nella quale sono possibili superamenti dei limiti di concentrazione nei terreni naturali, per alcuni metalli e metalloidi (arsenico, piombo, rame, zinco, etc.), fissati dalla Tabella 1, dell'Allegato 5, al Titolo V, della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.
	✓	<b>Anagrafe dei siti da bonificare:</b> siti contaminati o potenzialmente contaminati.
	✓	Area di attenzione per intenso sfruttamento della falda.



## 4 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

L'area di studio si trova in zona antropizzata dedicata agli sport invernali a sud est del paese di Tesero, nella frazione di Lago di Tesero, sul fondovalle della Val di Fiemme a quota 903 m slm su un'area pianeggiante con pendenza omogenea inferiore al 10% verso NNO.

### 4.1 Indagini geognostiche

Per la ricostruzione del modello geologico dell'area in oggetto si è fatto riferimento ai dati raccolti in letteratura e da nuove indagini realizzate in loco (giugno-luglio 2022).

#### 4.1.1 Dati raccolti dalle indagini raccolte da lavori precedenti

Le informazioni bibliografiche sono state ricavate dalle seguenti indagini:

- ❖ Database sondaggi della Provincia Autonoma di Trento:
  - ✓ Sondaggio 2359
  - ✓ Sondaggio 2360
  - ✓ Sondaggio 4416
- ❖ Relazione geologica redatta dal dott. Geol. Del Din in data ottobre 2009 e maggio 2010 per il "Progetto definitivo dei lavori di adeguamento degli edifici del Centro del Fondo di Lago per i mondiali di sci nordico 2013" e contenente i risultati dedotti dalle seguenti indagini:
  - ✓ numero 2 stendimenti geoelettrici subortogonali tra loro (profondità raggiunta -12 m dal p.c.)
  - ✓ numero 2 ReMi (profondità raggiunta -15 m dal p.c.)
  - ✓ numero 3 sondaggi spinti a -15 m p.c.
  - ✓ SPT nei sondaggi
  - ✓ piezometro in un sondaggio
  - ✓ analisi chimiche dei terreni (maggio 2010)
- ❖ Relazione geologica e geotecnica redatta dal dott. Luigi Frassinella nel maggio del 2000 per la sistemazione del centro del fondo al Lago di Tesero e contenente i risultati dedotti dalle seguenti indagini:
  - ✓ Numero 2 sondaggi spinti fino a profondità comprese tra i 7,50 ed i 9 m dal p.c.;
  - ✓ SPT nei fori di sondaggio
  - ✓ Prova di permeabilità nel sondaggio S2
  - ✓ Installazione di 2 piezometri
  - ✓ Analisi di laboratorio

#### **Bibliografia database sondaggi PAT**

Dalla consultazione del database "Sondaggi" della PAT è stato possibile prendere visione di una serie di sondaggi stratigrafici realizzati in occasione dei lavori della strada di fondovalle. La posizione dei sondaggi ubicati lungo il Torrente Avisio distano circa 250 metri a nord e a circa 700 metri nord-ovest dell'area di studio, rispettivamente per i sondaggi identificati con il codice 2359-2360 e 4416. Date le distanze dei sondaggi dalle zone di interesse dello studio, tali indagini non possono essere di riferimento per la stratigrafia della zona d'intervento, ma permettono comunque di mostrare la sequenza di depositi e sedimenti che caratterizzano questo tratto della Val di Fiemme.

Di seguito si riportano quindi le immagini delle stratigrafie dei Sondaggi: 2359 e 2360 per la parte nord e 4416 per la parte nord-ovest.

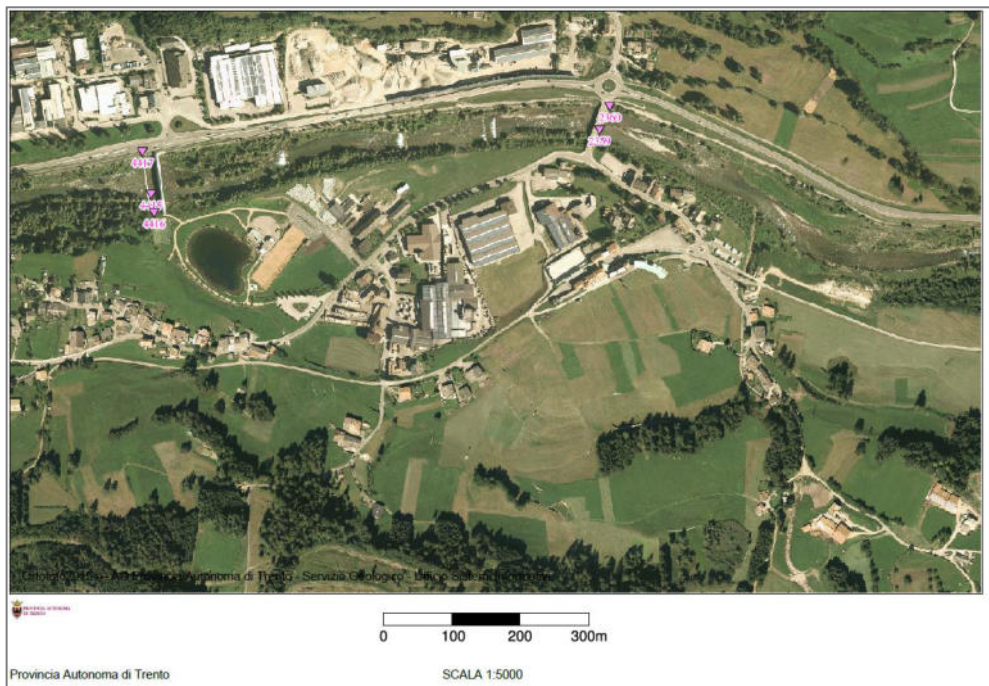
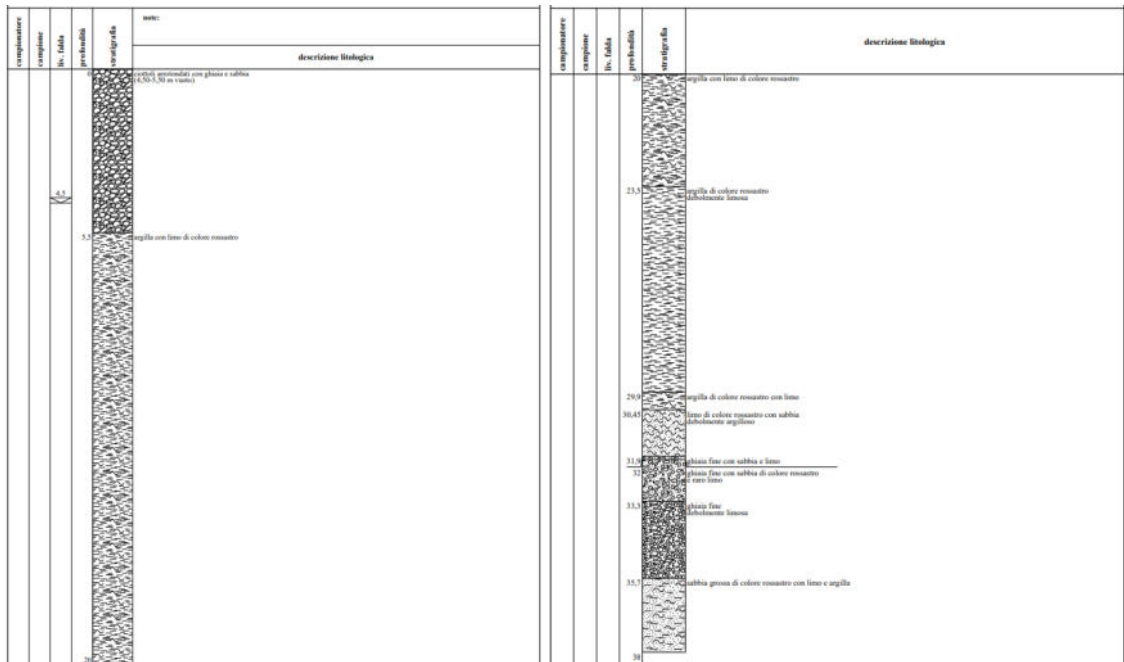
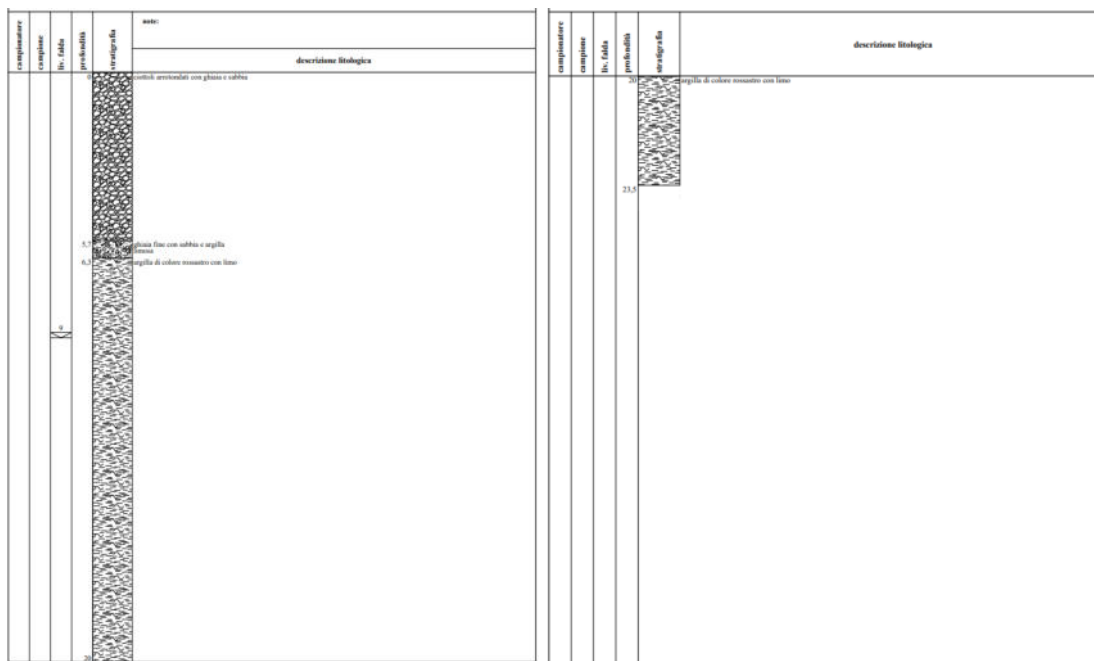


Immagine 13: Sondaggi consultabili nel database della PAT

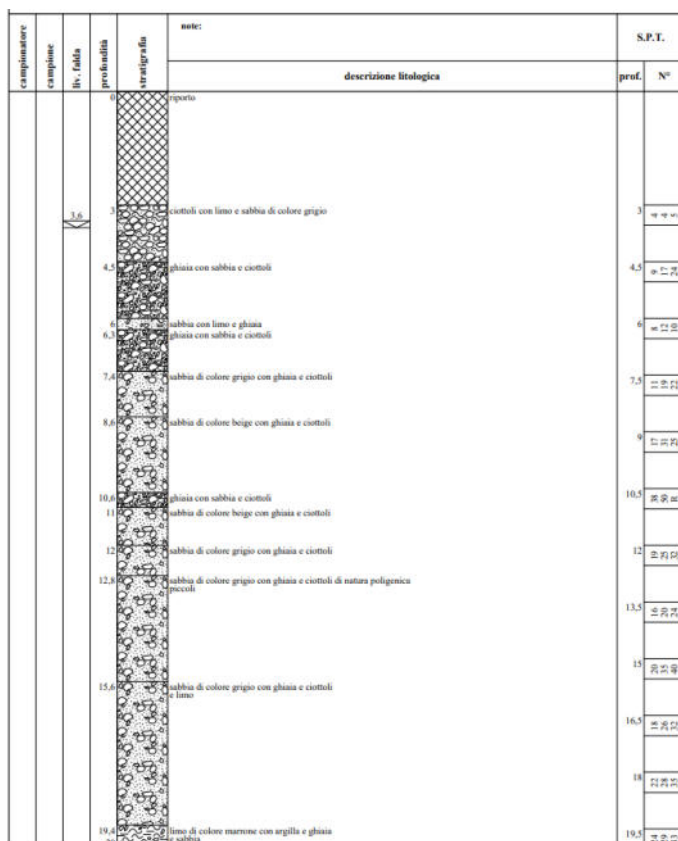
Sondaggio stratigrafico 2359: verticale, anno 1989, -38 m dal p.c.; alternanza di materiali grossolani (ghiaia e ciottoli) con livelli di ambiente a bassa energia o lacustre (argilla). Un importante interfaccia è segnalata a -5,5 m dal p.c. dove il deposito grossolano superficiale (ciottoli con ghiaia e sabbia) lascia il posto ad un potente banco (circa 25 m) di depositi coesivi (argilla con limo). La falda si attesta a una profondità di -4,50 m dal p.c.



Sondaggio stratigrafico 2360: verticale, anno 1989, -23,5m dal p.c.; alternanza di materiali grossolani (ghiaia e ciottoli) con livelli di ambiente a bassa energia o lacustre (argilla). Un importante interfaccia è segnalata a circa 6 m di profondità dove il deposito grossolano superficiale (ciottoli con ghiaia e sabbia) lascia il posto ad un potente bancone (fino a fine sondaggio) di depositi coesivi (argilla con limo). La falda si attesta a una profondità di -9,00 m dal p.c.



Sondaggio stratigrafico 4416: verticale, anno 2011, -20 m dal p.c.; alternanza di livelli sabbiosi e ghiaiosi testimoni di un ambiente a media e alta energia: ghiaia. La falda si attesta a una profondità di -3,60 m dal p.c.



### Bibliografia relazione geologica Geol. Del Din

Nell'immagine seguente sono indicate le indagini geognostiche contenute nella relazione geologica del 2009 del Geol. Marco Del Din. Date le profondità dei sondaggi, tali indagini possono essere di riferimento solamente per i primi metri di stratigrafia a partire dal p.c.



*Immagine 14: Indagini consultate dalla Relazione Geologica redatta dal Geol. Del Din*

Sondaggio stratigrafico S1: verticale, installazione piezometro, -15 m dal p.c.; fino a 10,5 m di profondità è presente un deposito incoerente grossolano (ghiaia con sabbia), poi segue fino a -15 m dal p.c., delle argille con limo:

Quota (m)	Descrizione	Quota	N° Caricamento R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Resistività (Ω·m)	Velocità (m/s)	Temperatura (°C)	Pressione (kPa)	Umidità (%)	Indice di Plasticità (IP)	Indice di Consistenza (IC)	Indice di Compressibilità (IC)	Indice di Contrazione (IC)	Indice di Espansione (IE)	Indice di Rottura (IR)	Indice di Rottura (IR)
1	ghiaia con sabbia															
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10		10.50														
11																
12	argilla con limo															
13																
14																
15		15.00														

Sondaggio stratigrafico S2: verticale, -15 m dal p.c.; fino a 4,7 m di profondità è presente un deposito incoerente grossolano (ghiaia con sabbia), poi segue fino a -15 m dal p.c. argille con limo:

[illegible]

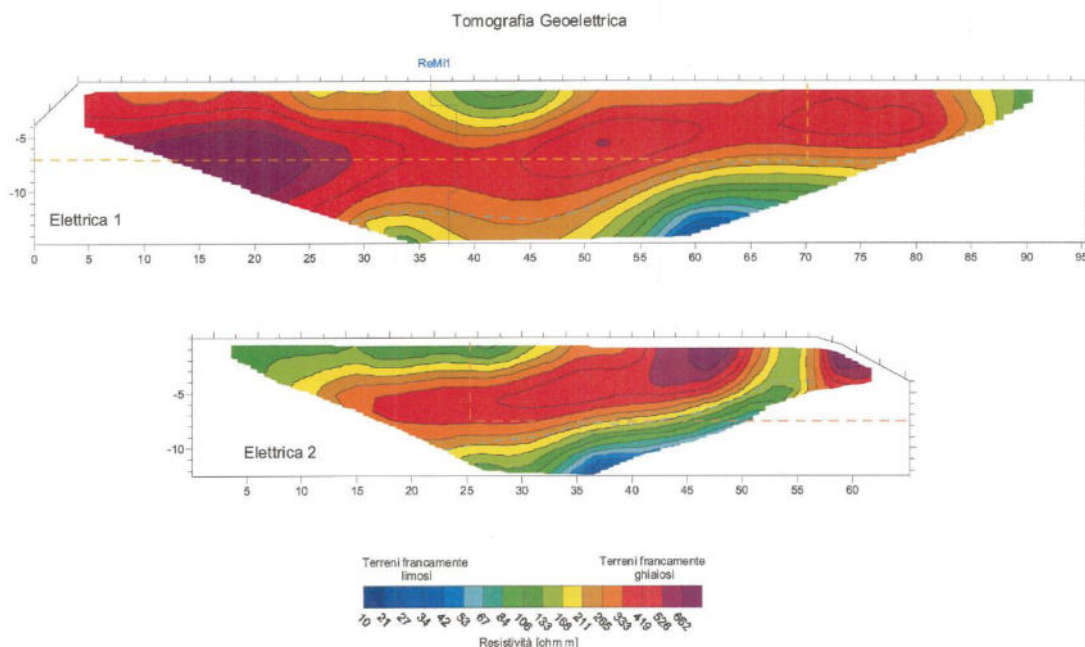
Sondaggio stratigrafico S3: verticale, -9 m dal p.c.; fino a 3,4 m di profondità è presente un deposito incoerente grossolano (ghiaia con sabbia), poi segue fino a -9 m dal p.c., delle argille con limo:

[illegible]

Da una rapida osservazione delle stratigrafie appare chiaro come il livello superficiale di ghiaia e sabbia L'indagine del 2009 segnala la presenza della falda a contatto con i livelli coesivi.



Questo modello stratigrafico è confermato anche dalle sezioni dei due stendimenti di tomografia elettrica: “*si sono indagate le caratteristiche elettriche del sottosuolo definendo la morfologia del contatto ghiaie e limi individuando una superficie di erosione orientata nordest-sudovest con approfondimento della base delle ghiaie oltre i 15 m mentre la sponda settentrionale risale a 4 m in corrispondenza della pista ciclabile*”.



Mediante le due linee Remi “*si è invece caratterizzato il sottosuolo di fondazione calcolando i valori di Vs30 dai modelli verticali di velocità. In questi si riconosce l’inversione di velocità attribuibile all’evento limoso compreso tra materiali più addensati. In particolare quelli inferiori hanno velocità elevate e si intercetta il bedrock a profondità di circa 70 m*”.

I valori di Vs30 hanno permesso di individuare la classificazione sismica dei suoli di fondazione in categoria C.

#### **Bibliografia relazione geologica Geol. Frassinella**

Nell’immagine seguente sono indicate le indagini geognostiche contenute nella relazione geologica del 2000 del Geol. Luigi Frassinella. Date le profondità dei sondaggi, tali indagini possono essere di riferimento solamente per i primi metri di stratigrafia a partire dal p.c. Questi 2 sondaggi si trovano comunque più ad ovest rispetto all’area di studio nei pressi del lago di Tesero.

In questo caso le stratigrafie confermano la presenza di un livello superficiale di ghiaia e sabbia fino a – 3/4,5 metri dal p.c. a cui ancora una volta segue il solito livello coesivo di ambiente a bassa energia (limi e sabbie) fino a fondo foro. La falda è rilevata a – 1,3/1,6 m dal p.c.

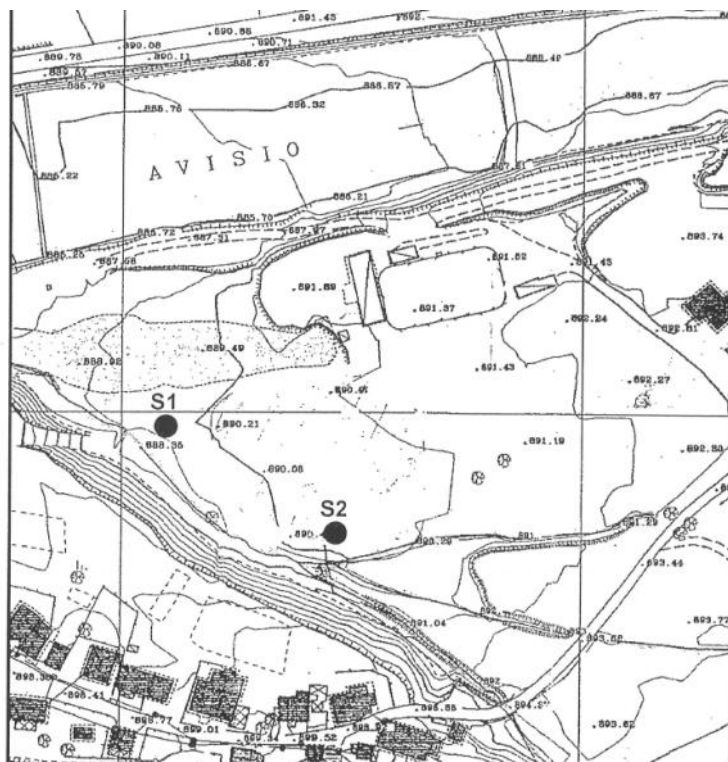


Immagine 15: i sondaggi del 2000

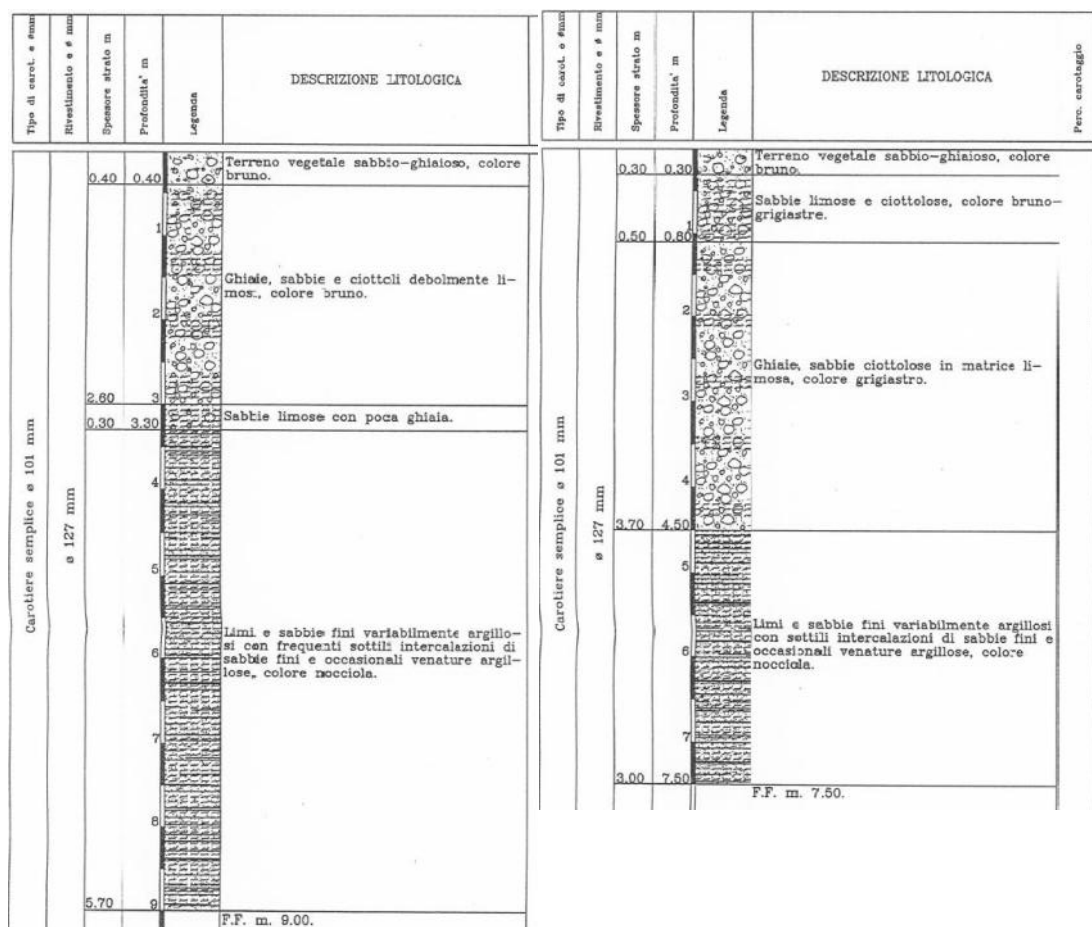


Immagine 16: stratigrafia dei 2 sondaggi

#### *4.1.2 Nuove indagini geognostiche giugno 2022*

Al fine di ricostruire un modello geologo e geotecnico del sottosuolo in riferimento ai lavori previsti dal progetto definitivo nei mesi di giugno e luglio si è realizzata una campagna geognostica supportata da prove di laboratorio che ha visto le seguenti attività (**si veda allegato**):

- a) **Sondaggi stratigrafici S1 e S2** (recupero di carota) spinti alla profondità di -40 m dal p.c. attuale nell'area dove è prevista la struttura interrata;
- b) **prove SPT in foro nei sondaggi S1 e S2 secondo il seguente schema:**  
S1: 13 SPT a partire da -3 m dal p.c.  
S2: 13 SPT a partire da 1,5 dal p.c.
- c) **Raccolta campioni per analisi di laboratorio (granulometria, taglio diretto-prova triassiale, peso di volume)** con campionatore Shelby nei livelli coesivi:  
S1: 7 campioni a 9/9,5 m, 12/12,5 m, 18/18,6 m, 21/21,6 m, 24/24,6 m, 27/27,5 m, 30/30,5 m da p.c.;  
S2: 7 campioni a 7,5/8 m, 10,5/11 m, 13,5/14 m, 16,5/17 m, 19,5/20 m, 22,5/23,1 m, 25,5/26,1 m, da p.c.;
- d) **Piezometro:** nel sondaggio S2 è stato installato un piezometro fessurato nel tratto 3-5 m dal piano campagna utile ha misurare la falda nei terreni grossolani incoerenti;
- e) **Prove di permeabilità:** nel sondaggio S2 sono state eseguite nei terreni coesivi 3 prove di Lefranc per la stima della permeabilità: 19,5/20,5 25,5/26 e 34,5/35 dal p.c.
- f) **Terre e Rocce da Scavo:** realizzazione di 2 sondaggi B1 e B2 con recupero carota spinti alla profondità di 10 m dal p.c. con la ricostruzione di campioni di terreno per ogni metro di sondaggio (totale 20 campioni). I campioni sono stati ricostruiti prelevando diverse aliquote nel metro di riferimento dalle carote dei rispettivi 2 sondaggi.
- g) **Stendimento sismico tipo MASW integrata con un'indagine passiva HVSR:** n. 2 prove MASW, abbinate a un'analisi HVSR per il calcolo del parametro  $V_{s30}$  o  $V_{seq}$ , n. 2 indagini stratigrafiche a sismica a rifrazione.

Le prove di cui sopra sono state realizzate dalla Ditta Geoland Srl, mentre le analisi terre e rocce da scavo sono a cura del laboratorio chimico di Dolomiti Energia spa. Le prove geotecniche di laboratorio e l'indagine sismica sono a cura del laboratorio geotecnico del Servizio Geologico della PAT.

A luglio 2022 sono state consegnate le stratigrafie con le prove SPT nei sondaggi S1 e S2, i risultati del livello della falda nel piezometro (monitorati settimanalmente anche nel mese di agosto) e i valori delle prove Lefranc.

Ad inizio luglio 2022 Geoland srl ha consegnato i campioni di terreno per le prove geotecniche al laboratorio della PAT ed i campioni per la compatibilità ambientale al laboratorio di Dolomiti Energia. Il 24 agosto 2022 sono pervenuti i risultati e la relativa relazione dell'indagine geofisica.

**Per le modalità di esecuzione ed i dettagli delle indagini si rimanda agli allegati.**

Di seguito si riassume la stratigrafia risultante dai carotaggi e dalla sismica a rifrazione.



### Sondaggi Stratigrafici S1 e S2

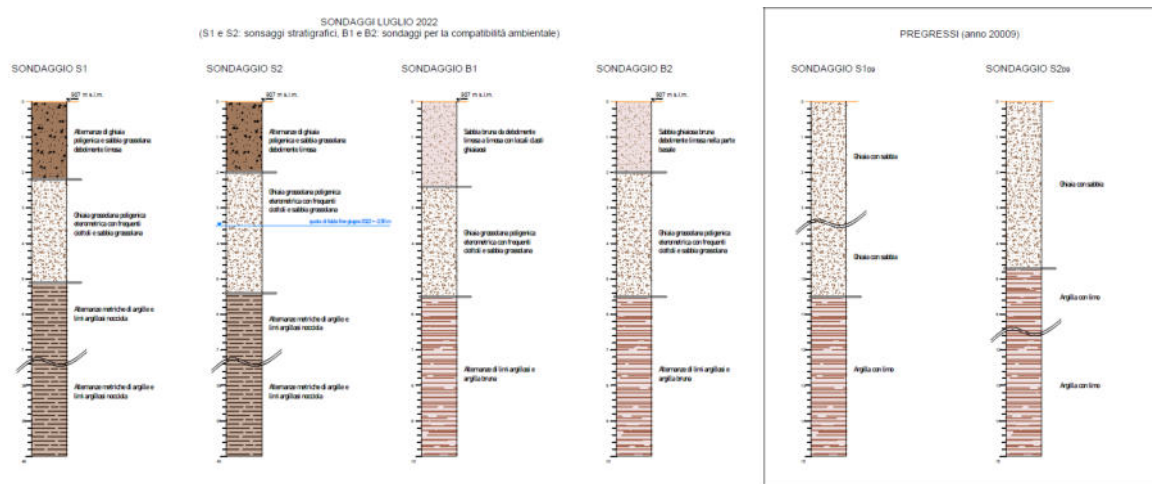
I sondaggi S1 e S2 sono stati spinti alla profondità di – 40 m dal p.c. localizzandoli nell'area dove è previsto l'interrato. Entrambe le stratigrafie, unite a quelle del 2009 (d'ora in poi nominate come S1<sub>09</sub> e S2<sub>09</sub>), permettono una buona descrizione del modello geologico del sottosuolo.

Per la descrizione ed il commento delle prove SPT in foro si rimanda alla Relazione Geotecnica.



*Immagine 17: corografia dei sondaggi S1, S2, S1<sub>09</sub> e S2<sub>09</sub>*

Di seguito lo schema generale dei sondaggi del 2022 (sono state inserite anche le stratigrafie dei sondaggi per la compatibilità ambientale B1 e B2) paragonati a quelli del 2009:



La Sezione geologica 1 orientata SO-NE (vedi figura precedente) risulta pertanto essere come di seguito:



qualche decina di metri di sezione lo spessore dei sedimenti incoerenti varia da 5,10 (S1) e 5,40 (S2) metri ai circa 10 m del sondaggio S1<sub>09</sub>. Da evidenziare che anche i sondaggi B1 e B2 (limitrofi rispettivamente a S1 e S2) confermano il letto del livello grossolano attorno ai 5-5,50 metri.

seguito:



Questa sezione mostra invece come il livello di materiale grossolano superficiale ha uno spessore di poco inferiore ai 4 metri verso nord e tende ad aumentare spostandosi verso sud ovvero verso l'area di intervento.

### Sismica a rifrazione

L'indagine tomografica a rifrazione si è spinta fino ad una profondità massima di circa 25m dal p.c., ma non ha mostrato un chiaro contrasto di impedenza acustica riconducibile alla presenza di orizzonti a forte competenza sormontati da terreni meno addensati. Lo spessore delle ghiaie torrentizie non appare costante lungo la sezione, anche se occorre segnalare come i specifica però che la tecnica è debole nell'individuare possibili fenomeni di interdigitazione stratigrafica.

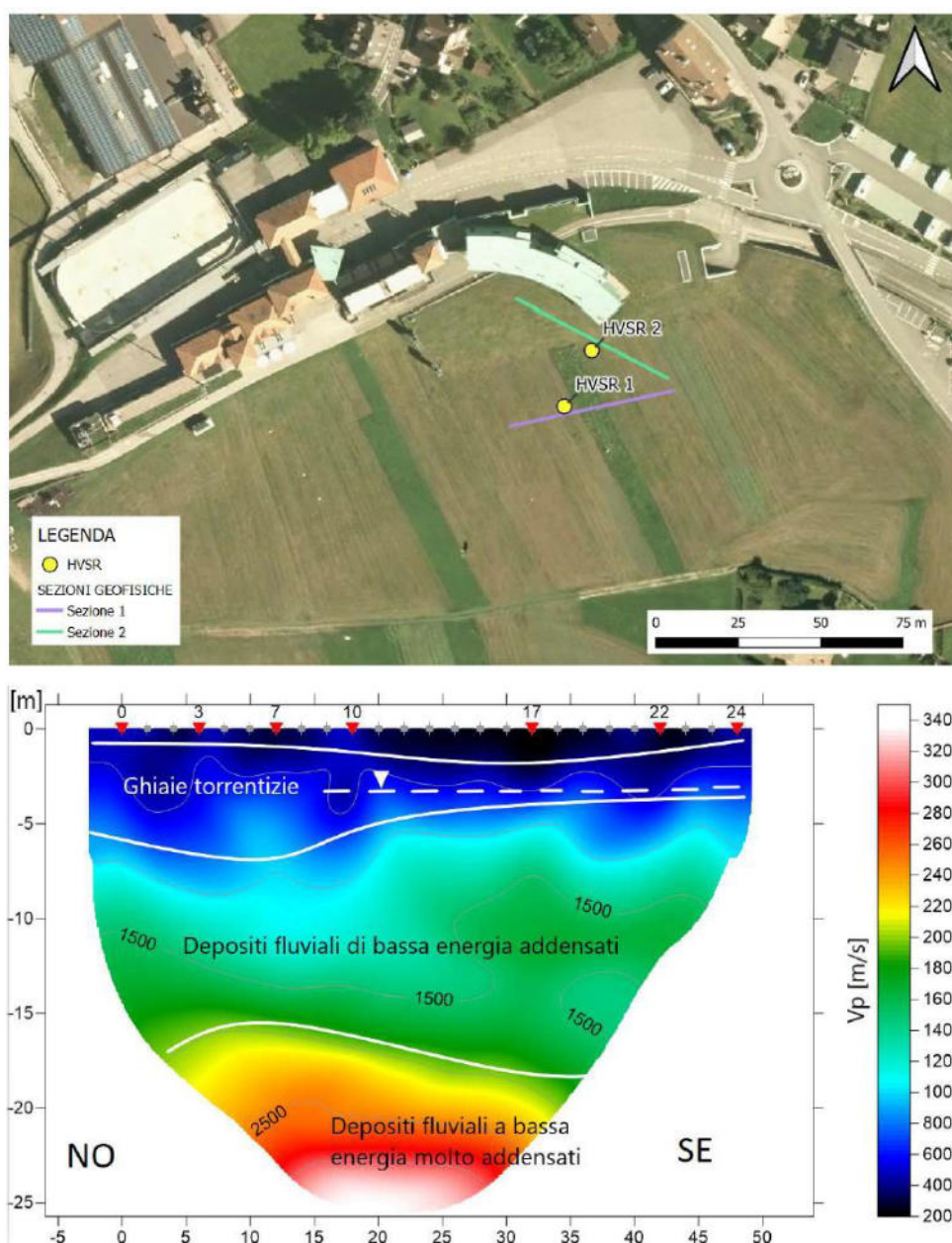


Immagine 18: tomografia sismica a rifrazione lungo lo stendimento geofisico n. 2



#### 4.1.3 Interpretazione stratigrafica di sintesi dei sondaggi

Sulla base dei sondaggi stratigrafici presenti in letteratura e soprattutto sulla base dei nuovi sondaggi dei risultati della sismica a rifrazione la stratigrafia del sottosuolo dove sono previsti gli interventi del progetto è la seguente:

Profondità (m)	Descrizione	Unità stratigrafiche
da 0,00 a 0,20	Suolo superficiale organico, poco addensato	Unità R
da 0,20 a 5/5,5 m	depositi fluviali ad alta energia: ghiaia grossolana poligenica con ciottoli e sabbia. Nella parte alta alternanze di sabbia grossolana debolmente limosa	Unità A1 <sub>sg</sub>
da 5/5,5 a 40,0 m	depositi fluviali, fluvio/glaciali di ambiente a bassa energia: alternanze metriche di argille e limi argillosi da addensati a molto addensati con l'aumento della profondità	Unità A2 <sub>al</sub>

#### 4.2 Geologia e geomorfologia

Dal punto di vista geologico ci troviamo all'interno del Dominio Sudalpino (Alpi Meridionali) caratterizzato da rocce per lo più sedimentarie e vulcaniche, depositatesi per lo più nell'intervallo temporale compreso tra il Permiano (250-300 Ma) e il Cretaceo (60-70 Ma), ricoperte in modo discontinuo da depositi d'età Quaternaria di tipo glaciale, alluvionale o detritico (Neogene: 2-0 Ma).

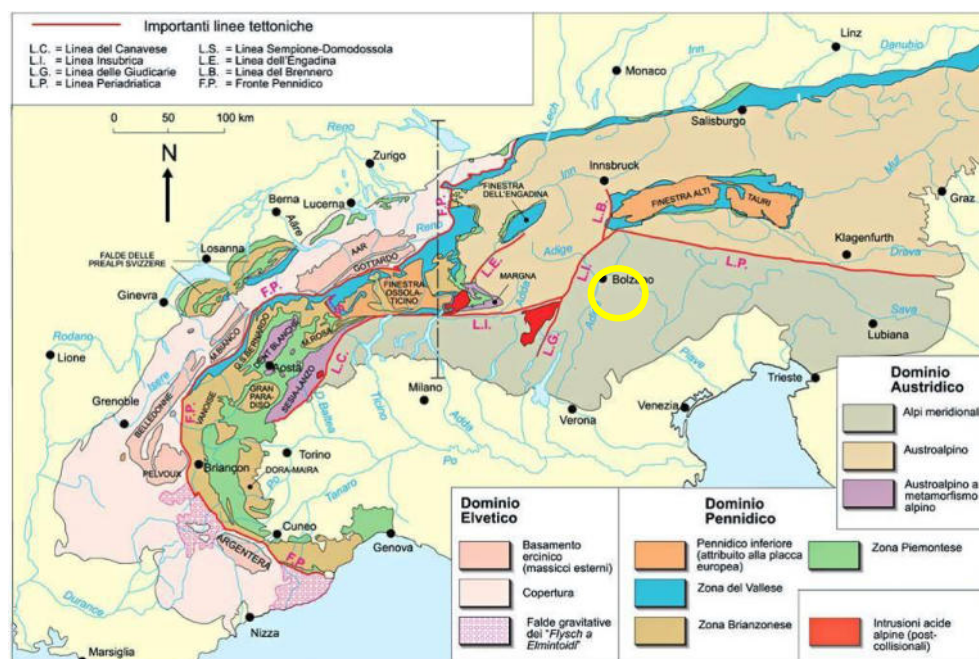
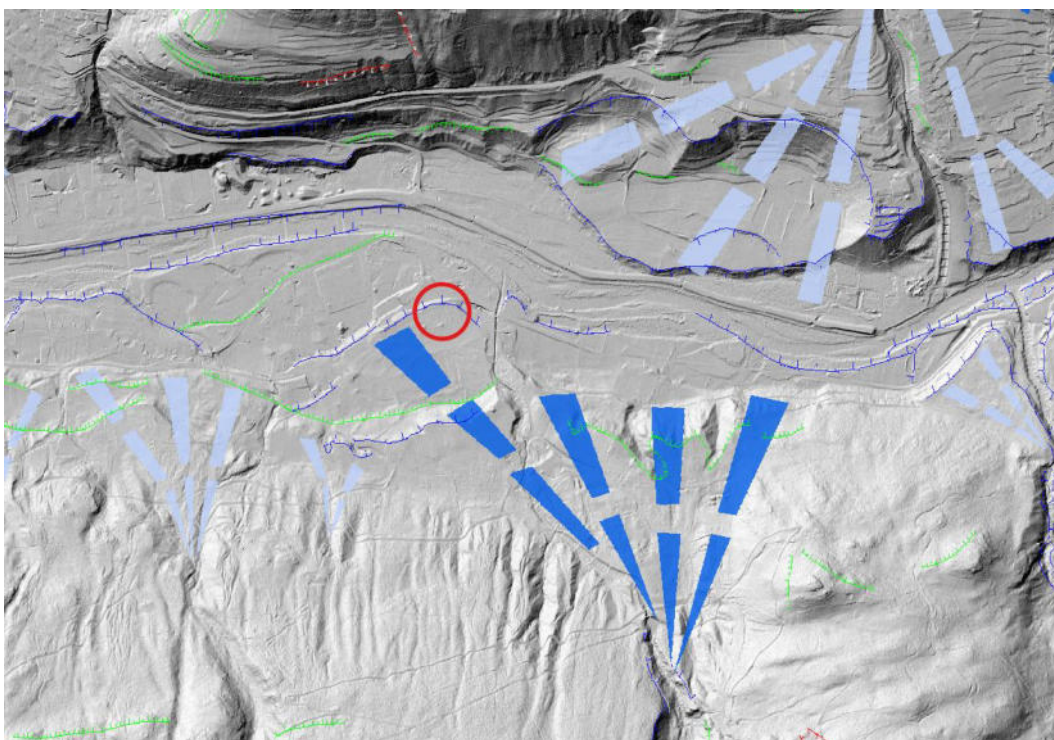


Immagine 19: Schema geologico della Alpi con indicazione dell'area di studio

L'area oggetto dello studio si colloca nel tratto distale del conoide del Rio Val dal Bus, sul ciglio dell'orlo di scarpata fluviale dettato dall'erosione del corso d'acqua principale del Torrente Avisio che scorre in direzione ovest poco più a nord con un dislivello di circa 7 m nel fondovalle. La caratteristica sagoma a "ventaglio" di questa struttura geomorfologica, orientata verso nord e nord-ovest, risulta in alcuni tratti interrotta da orli di scarpata creati dall'erosione del Torrente all'interno dei depositi quaternari, formando dei terrazzamenti con pendenza topografica piuttosto omogenea e inclinazioni pressoché suborizzontali.



*Immagine 20: area di studio su ortofoto PAT con geomorfologia carta geomorfologica PAT*



*Immagine 21: area di studio su base DTM della PAT con geomorfologia carta geomorfologica PAT*

Il conoide si è formato a seguito di periodi accumuli in passato di materiale misto derivante dal trasporto solido delle acque di piena (debris flow) e dall'apporto di tipo gravitativo e/o valanghivo proveniente dalla Val dal Bus e dal rivo che interessa questo compluvio. L'azione erosiva e alluvionale del Torrente Avisio ha invece cancellato parte della caratteristica forma del conoide, soprattutto nel tratto a est dell'area di studio, confermando pertanto una sicura frequente intercalazione tra i diversi depositi.

Le stratigrafie ricostruite dai sondaggi confermano questo modello mostrando una successione sedimentaria composta prevalentemente dai depositi misti, caratterizzati da alternanze di materiale

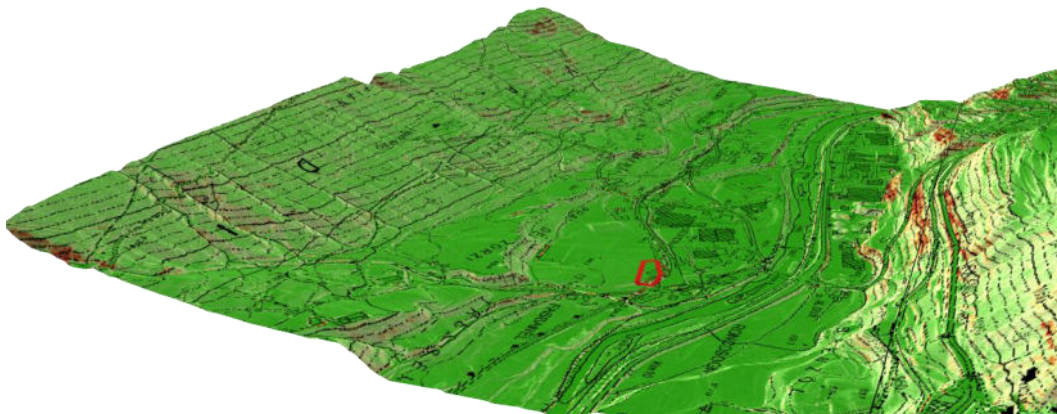


incoerente di ambiente ad alta energia e di materiale più coesivo (argilla e limo) di origine alluvionale con un ambiente fluviale a bassa energia.

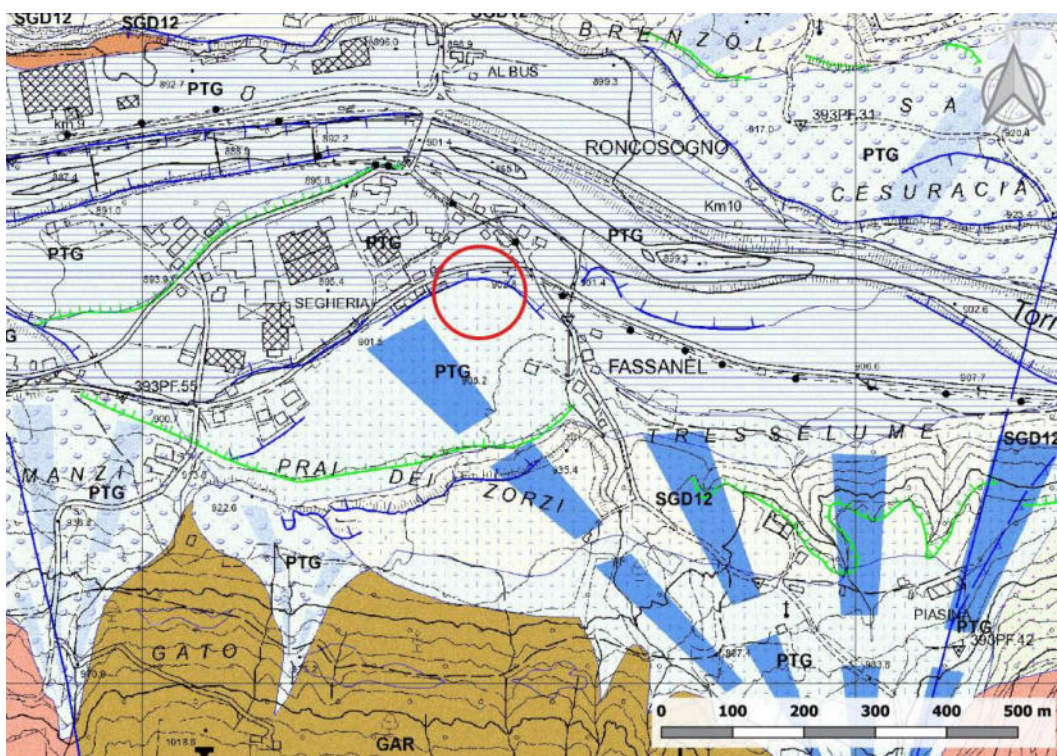
In considerazione dell'ubicazione del sito in esame, posto nella parte distale del conoide al limite con le alluvioni terrazzate, e delle possibili modalità di deposizione del materiale (fasi di piena e di esondazione del torrente, e relative regressioni), ci si attende un'intercalazione tra i depositi a granulometria grossolana e i depositi alluvionali a granulometria fine spesso disposti a forma lenticolare. I sondaggi dimostrano come spostandosi verso nord, quindi passando dall'area distale del conoide ad un area francamente più alluvionale, i depositi grossolani vanno rapidamente ad assottigliarsi a scapito dei depositi più fini che tendono quindi ad attestarsi sempre più vicini alla superficie topografica.

In linea generale il materiale derivante dal conoide presenta depositi misti di ghiaia e sabbia con ciottoli di dimensioni eterogenee, più o meno arrotondati a seconda dell'entità del trasporto subito; la natura litologica degli elementi lapidei è varia e riferibile essenzialmente alle rocce sedimentarie e piroclastiche che si rinvencono nel bacino idrogeologico del torrente (arenarie, ignimbriti e lapilli tuff, anche se sono rinvenibili elementi diversi, provenienti verosimilmente da depositi glaciali rimaneggiati).

Il materiale fine degli apporti alluvionali, caratterizzato prevalentemente da argilla e limo con spessori rilevanti di diverse decine di metri, rende più scadenti le caratteristiche geotecniche del sottosuolo.



*Immagine 22: pendenze con sovrapposizione CTP*



*Immagine 23: estratto dalla carta geologica della PAT*

L'identificazione del grado di vulnerabilità del territorio interessato dalle opere in oggetto, con particolare riferimento ai processi morfologici e ai dissesti in atto o potenziali e alla loro tendenza evolutiva, viene effettuata con un'analisi storica avvalendosi al Progetto ARCA (Archivio Storico degli Eventi calamitosi del Territorio della Provincia Autonoma di Trento). Tale progetto identifica i fenomeni calamitosi avvenuti nel passato, permettendo una valutazione più approfondita delle differenti tipologie di rischio a cui saranno sottoposte le aree oggetto d'intervento grazie alla conoscenza dei possibili fenomeni. Il Progetto ARCA definisce gli eventi di frana come "fenomeni idrogeologici legati ai movimenti di *versante (crolli, colate, scivolamenti, colate detritiche, etc.)*" e gli eventi alluvionali come "*fenomeno conseguente alla fuoriuscita di un corso d'acqua dal suo alveo di piena associato alla mobilitazione e al deposito di materiale solido*". Purtroppo tale database archivia gli eventi fino al 2006 e predilige la segnalazione di eventi in aree urbanizzate. Nel dettaglio, come meglio evidenziato di seguito, l'area in oggetto presenta alcuni fenomeni franosi o alluvionali più a nord e sud-est attualmente ripristinati e verificatisi tra gli anni 1966 e 2002.

**Il rilievo in superficie e l'osservazione degli edifici presenti nell'area di studio ha escluso la presenza di instabilità morfologiche in atto o presunte, consentendo quindi di interpretare il sito come stabile.**



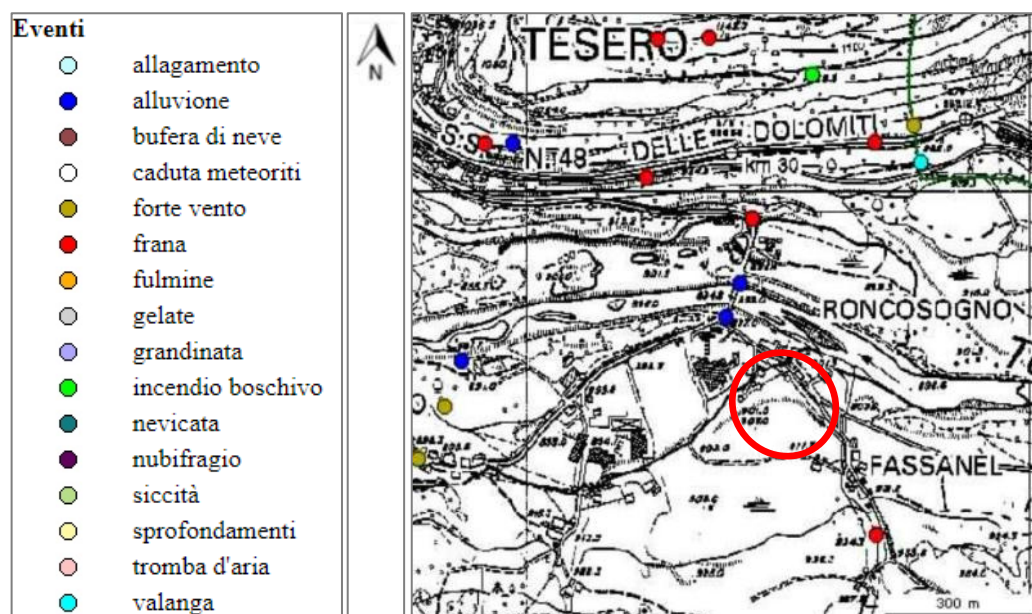


Immagine 24: Estratto dall'Archivio Storico degli Eventi Calamitosi - scala grafica

Oltre al progetto provinciale ARCA, è stato visionato anche l'archivio IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia), realizzato da ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, il quale fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. Per la Provincia Autonoma di Trento i dati sono aggiornati al 2007. Di seguito è riportata l'immagine cartografica estratta dal database.

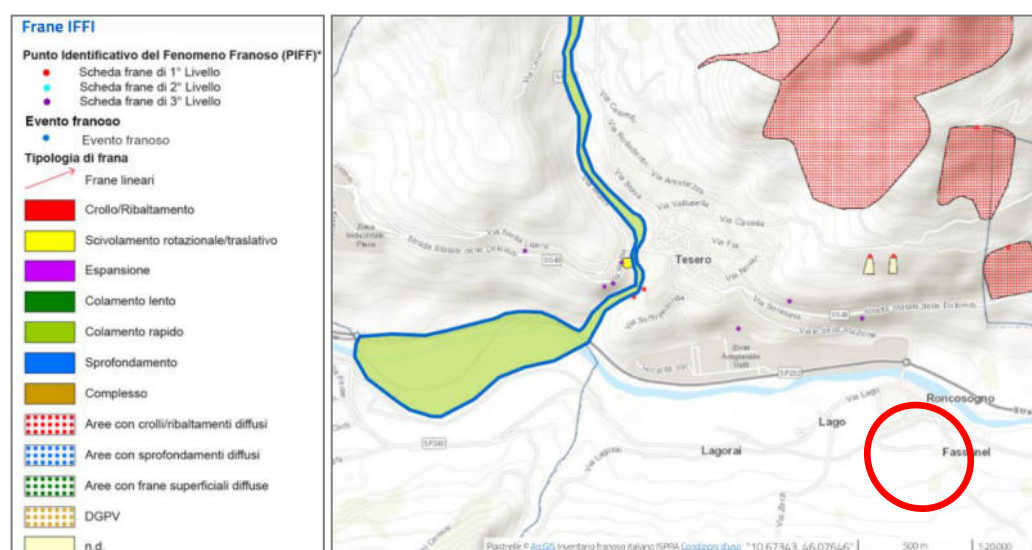
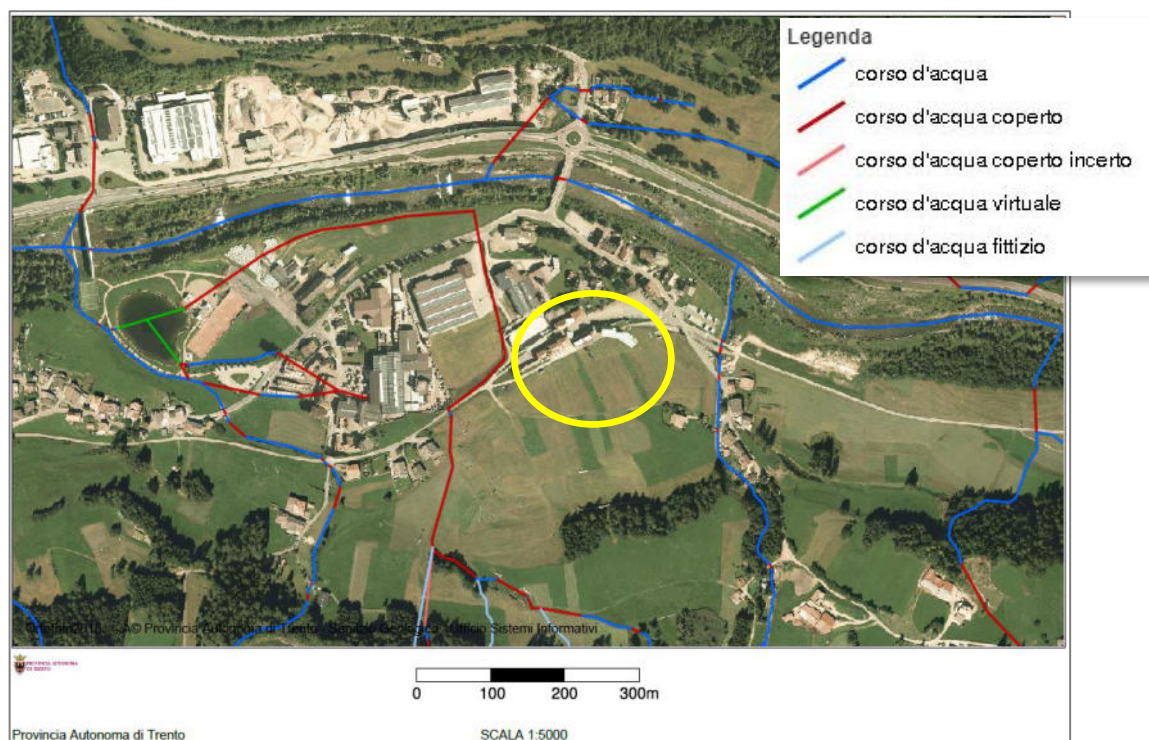


Immagine 25: Estratto dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - scala grafica

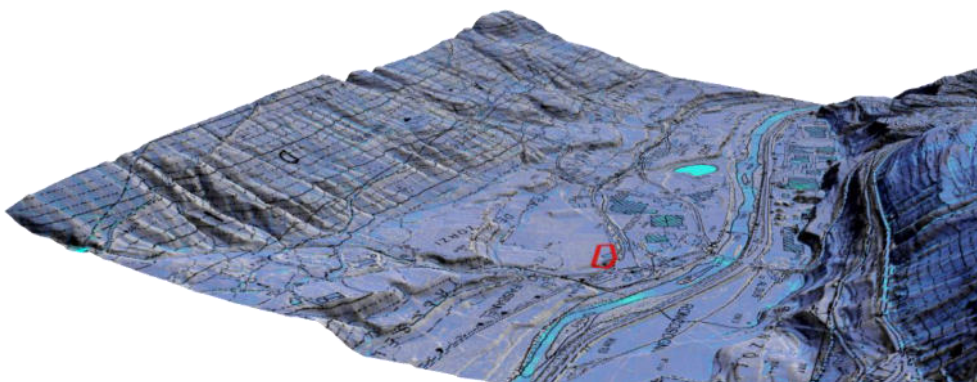
### 4.3 Idrografia e idrogeologia

Di seguito si riporta un estratto del reticolo idrografico presente nelle zone interessate dall'adeguamento della struttura sportiva come indicato nel portale cartografico della Provincia Autonoma di Trento. Sull'area d'intervento non è stata rilevata alcuna idrografia superficiale, anche se risulta ubicata tra due corsi d'acqua: il Rio Val dal Bus o Fassanel che scorre circa 120 m a est e un corso d'acqua coperto posto circa 150 m a ovest che alimenta il Lago di Tesero. La rete idrica appena descritta, analogamente al corso d'acqua principale del Torrente Avisio posto circa 130 metri a NNE nel fondovalle della Val di Fassa, in condizioni di normale deflusso non interferiscono con il sito di studio.





*Immagine 26: Estratto del Reticolo idrografico: WebGis PAT-scala grafica*



*Immagine 27: Indice topografico di umidità con sovrapposizione CTP*

La circolazione idrica superficiale, controllata dal gradiente topografico imposto dal conoide che interessa l'abitato di Lago di Tesero, segue generalmente le linee di massima pendenza e defluisce seguendo il versante con un ruscellamento diffuso fino a raggiungere in parte il Rio Val dal Bus, affluente sinistro del corso principale, e in parte direttamente il Torrente Avisio. La seguente immagine illustra maggiormente questa condizione, rappresentando l'indice topografico di umidità (Topographic Wetness Index) e individuando le zone di circolazione superficiale dell'acqua (colore trasparente) e quelle maggiormente soggette alla raccolta e all'accumulo (colore azzurro) come compluvi e pianori.

Dalle indagini è emerso come lo strato superficiale grossolano rappresenti un acquifero con una falda freatica superficiale confinata verso il basso per la presenza di **decine di metri** di argille e argille limose sostanzialmente impermeabili o molto poco permeabili (dalle prove in sito la permeabilità dei livelli coesivi più superficiali è attorno ai  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  m/s).

Nel mese di luglio la falda risulta essere risultata oscillare tra i -4,5 / -3,0 m dal p.c., valore che si ritiene opportuno considerare come riferimento per le operazioni di scavo. Per gli edifici previsti in progetto (in particolare locale interrato della UF1-A) è quindi consigliabile adottare un sistema a vasca bianca ovvero,

per gli edifici della UF1-B, un sistema di impermeabilizzazione delle strutture in calcestruzzo a tenuta stagna.

Durante gli scavi per la realizzazione della UF1-A si ritiene inoltre indispensabile la realizzazione di una trincea drenante a fondo scavo per allontanare l'acqua di falda. Si consiglia inoltre il monitoraggio del piezometro installato nel S2 prima dell'inizio dei lavori.

#### *4.4 Modello geologico di sintesi*

Sulla base dei dati raccolti e descritti nei capitoli precedenti il Modello Geologico del sito può essere descritto come di seguito:

**MODELLO GEOLOGICO:** successione sedimentaria di origine fluviale e fluvioglaciale con spessori di diverse decine di metri formata da un livello superficiale di circa 5-5,5 m di materiale grossolano incoerente a cui seguono alternanze di materiale fine e coesivo.

Le principali Unità litostratigrafiche sono:

**UNITÀ' R:** livello superficiale di suolo con diffusa presenza di radici e componente organica in generale. Permeabilità da discreta a buona, spessore variabile tra 20 cm.

**UNITÀ A1<sub>s</sub>:** depositi sciolti fluviali, sabbia debolmente limosa con alternanze di ghiaia e sabbia grossolana. Spessore variabile di 2,20-2,40 m;

**UNITÀ A1<sub>g</sub>:** depositi sciolti fluviali incoerenti con spessore variabile mediamente attestato tra i 2,9-3,1 m. Si tratta di ghiaie, ghiaie poligeniche con ciottoli;

**UNITÀ A2<sub>al</sub>:** depositi sciolti fluviali fini coesivi tipici di un ambiente a bassa energia. L'interfaccia con la soprastante A1<sub>sg</sub> è irregolare ed è attestato attorno ai -5/5,5 m dal p.c. Questa unità insiste fino a -40 m di profondità. Si tratta di argille, limi argillosi da addensati a molto addensati al di sotto dei 15 m di profondità. Permeabilità stimata attorno ai 10<sup>-5</sup> m/s

Il piezometro, finestrato per intercettare la presenza della falda freatica nell'acquifero A1<sub>sg</sub>, segna la quota falda estremamente variabile attorno ai 3/5 m dal p.c. **con un livello medio estivo attorno a 4-4,5 m di profondità.** La A2<sub>al</sub> funge da livello impermeabile di base della falda freatica il cui acquifero che è quindi individuabile solo nella A1<sub>sg</sub>. **Questa posizione fa sì che la falda sia decisamente superficiale e quindi fortemente influenzata dalla stagionalità con fluttuazioni del livello freatico piuttosto rilevanti.**

I lavori di scavo per la realizzazione delle fondazioni dell'interrato (UF1-A) interesseranno l'unità A1<sub>sg</sub>, mentre il carico delle strutture andrà a scaricarsi prevalentemente sull'unità A2<sub>al</sub>.

L'incremento del carico degli edifici ristrutturati, Unità Funzionale 1-B, andrà invece a incidere sul terreno di fondazione A1<sub>g</sub> e A2<sub>al</sub>, mentre lo scavo per la ristrutturazione delle ex-tribune interesserà prevalentemente terreni legati al livello A1<sub>s</sub> e A1<sub>g</sub>.

Substrato roccioso stimato a oltre i 50 m di profondità.

#### **Misure del livello piezometrico (anno 2022) nei pressi dell'intervento UF1-A:**

11 Luglio: 4,30 m dal p.c.

18 Luglio: 4,30 m dal p.c.

25 Luglio: 4,30 m dal p.c.

1 Agosto: 4,34 m dal p.c.

8 Agosto: 4,33 m dal p.c.

16 Agosto: 4,35 m dal p.c.

16 Agosto: 4,35 m dal p.c.

## 5 DISCIPLINA D'UTILIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Dalla ricerca storica e a seguito di alcune interviste con il personale che gestisce l'impianto sportivo, il sito d'intervento della UF1-A ricade in un'area utilizzata fino ad oggi come area agricola o per attività di pastorizia con lo sfalcio dei prati. Non vi sono state e non vi sono attività industriali, artigianali e/o commerciali che possono far supporre possibili inquinamenti del terreno.

La zona non appartiene a siti oggetto di procedimento di bonifica.

### AREA INTERVENTO UF1-A

In questa fase progettuale si sono condotte delle analisi chimico-ambientali sui campioni raccolti dai 2 sondaggi spinti alla profondità di -10 m dal p.c. nell'area della UF1-A. Sono stati portati in laboratorio n. 18 campioni raccolti, con diversi incrementi, per ogni metro di sondaggio. Dalle prove sono stati esclusi i primi 0,50 cm di suolo superficiale che quindi sarà destinato a discarica e non potrà essere utilizzato come terre e rocce ad eccezione del livello erboso vegetale che invece potrà essere riutilizzato per la sistemazione finale del sito.

In allegato si riportano i risultati delle prove di laboratorio con la verifica delle concentrazioni degli elementi come da D.Lgs. 152/2006.

#### Campioni raccolti dal sondaggio B1.

Dalla carota di sondaggio sono stati prelevati n. 9 campioni nell'intervallo -0,50/9,50 m dal p.c. Ogni campione rappresenta 1 metro di carota.

I campioni da 0,5 m a 2,5 m e da 5,5 m dal p.c. fino ai 9,5 m risultano rispettati tutti i limiti CSC imposti dalla Col. A e Col. B della Tab. 1 All. 5 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (si ricorda che la Colonna A fa riferimento a siti ad uso verde pubblico e provato e residenziale, mentre la Colonna B si riporta limiti in riferimento a siti ad uso commerciale e industriale).

**I campioni da 2,5 a 5,5 m** da p.c. segnalano sforamenti nel Cobalto. In particolare nel campione 2,5-3,5 m dal p.c. il Cobalto segna un valore di 65 mg/Kg a fronte di valori CSC pari a 250 mg/Kg (Col. B) e 20 mg/Kg (Col. A.), nel campione 3,5-4,5 m dal p.c. il Cobalto si attesta a 23 mg/Kg ed infine nel campione 4,5-5,5 m dal p.c. il Cobalto segna un valore di 699 mg/Kg. Questi sforamenti si concentrano su questi 3 campioni consecutivi e non risultano in nessun'altra analisi nemmeno nel sondaggio B2.

Questo superamento di cobalto può essere messo in relazione all'attività di sondaggio. Il titolare della Geoland Srl (geol. Stefano Valle), impresa che ha eseguito le perforazioni, afferma infatti che *"i prismi in widia (taglienti) delle corone che usiamo, non sono altro che polvere di tungsteno sinterizzata in amalgama metallica (cobalto). Quindi è molto probabile che durante il carotaggio o fasi di rivestimento, parti delle placchette/prismi delle corone in widia possano ritrovarsi nel terreno carotato, dovuto alla rottura e/o consumo delle placchette stesse"*. Da una ricerca nel web si è inoltre appurato che il cobalto è presente nelle leghe metalliche utilizzate nella costruzione degli utensili da perforazione (come i widia appunto).

Visto quindi che il superamento fa riferimento solo a 3 campioni consecutivi e preso atto che nell'area di studio non sono mai state presenti attività che potessero contaminare il suolo con il cobalto, appare

ragionevole supporre che il superamento per questo elemento dei limiti è legato all'attività di carotaggio eseguita per la ricostruzione delle stratigrafia del sito.

Da segnalare infine che per i 2 campioni superficiali (da 0,5 a 2,5 m dal p.c.) si è anche optato per la realizzazione del test di cessione che ha dato risultato di conformità per il campione da 1,5 a 2,5 m, mentre per il campione tra 0,5 e 1,5 m dal p.c. ha segnalato un leggero sforamento del piombo con un valore di 10 µg/L su un limite di 11 µg/L ma con un incertezza dichiarata del laboratorio pari a  $\pm 1,5$  µg/L. Si osserva che comunque nessuno dei 2 campioni conteneva materiali antropici.

#### Campioni raccolti dal sondaggio B2.

Dalla carota di sondaggio sono stati prelevati n. 9 campioni nell'intervallo -0,50/9,50 m dal p.c. Ogni campione rappresenta 1 metro di carota.

I campioni da 0,5 m a 2,5 m e da 5,5 m dal p.c. fino ai 9,5 m risultano rispettati tutti i limiti CSC imposti dalla Col. A e Col. B della Tab. 1 All. 5 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (si ricorda che la Colonna A fa riferimento a siti ad uso verde pubblico e provato e residenziale, mentre la Colonna B si riporta limiti in riferimento a siti ad uso commerciale e industriale).

Tutti i campioni risultano conformi compresi i 2 test di cessione per i 2 campioni superficiali.

#### AREA INTERVENTO UF1-B

Per quanto riguarda il materiale scavato per gli interventi di ristrutturazione degli edifici della UF1-B, di cui è prevista la demolizione, esso potrà essere riutilizzato previa analisi di compatibilità ambientale come previsto dalla norma sulle Terre e rocce da scavo. A questo proposito dovranno essere effettuate, su campioni di tipo medio composito, la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto per valutare le caratteristiche di qualità ambientale e, sulle matrici contenenti materiali di riporto, il test di cessione al fine di escludere il rischio di contaminazione delle acque sotterranee.

Il D.P.R. 120/2017 stabilisce, tra l'altro, che il "produttore" deve attestare la sussistenza dei requisiti per la gestione come sottoprodotti dei materiali scavati mediante la presentazione del modulo riportato nell'Allegato 6 al DPR stesso, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale competente per territorio, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo (art. 21). Lo stesso termine deve essere rispettato nel caso di modifiche sostanziali indicate all'art. 15, comma 2.

**Permane la necessità quindi, prima dell'inizio dei lavori di scavo, l'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TRS a carico del produttore o esecutore e deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito.**

Il materiale di scavo che sarà considerato rifiuto (art. 183 del TUA) sarà destinato a discarica previa identificazione con idoneo/idonei codici CER (ad esempio terre e rocce da scavo: codice CER 17.05.04 in assenza di sostanze pericolose, conglomerato bituminoso e/o cementizio; codice CER 17.09.04 in assenza di sostanze pericolose) nel rispetto del TUA (Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152).



## 6 AZIONE SISMICA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura, secondo le NTC 2018, bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la **vita nominale dell'opera**, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel **periodo di riferimento**;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, determinate le relative **probabilità di superamento**, è possibile stabilire il **periodo di ritorno** associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

### 6.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Nelle NTC18 il periodo di riferimento è dato dalla seguente relazione:

$V_R = V_N \times C_U$  dove:  $V_R$  = periodo di riferimento  $V_N$  = vita nominale  $C_U$  = coefficiente d'uso

Nel caso in esame l'intervento previsto può considerarsi un Tipo di Costruzione 2 con  $V_N \geq 100$  anni (struttura pubblica) ed in Classe d'Uso II dove  $C_U$  assume un valore di 1,0 (vedi tabelle seguenti).

Per cui  $V_R = 100 \times 1,0 = 100$ .

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

#### 2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

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

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Le NTC18 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite per le azioni sismiche sono d'esercizio sono:

*Stato Limite di Operatività (SLO) e Stato Limite di Danno (SLD)*

Gli stati limite ultimi sono:

*Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).*

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento  $P_{VR}$  (vedi tabella seguente), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

**Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato**

Stati Limite	$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il valore del Periodo di Ritorno  $T_R$  è possibile calcolarlo come descritto in tabella seguente (si ricorda che  $V_R=100$ ): per lo Stato Limite di Esercizio SLO  $T_R=60$  anni, per lo SLD  $T_R=100$  anni, per lo SLV  $T_R=950$  anni, mentre per lo Stato Limite Ultimo SLC  $T_R= 1950$  anni.

**Tabella C.3.2.I – Valori di  $T_R$  espressi in funzione di  $V_R$**

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$ al variare del periodo di riferimento $V_R$
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^1)30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
Ultimi (SLU)	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

## 6.2 Definizione della pericolosità sismica di base.

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno a una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione “*Mappe interattive della pericolosità sismica*”.

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_{c^*}$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_o$  e  $T_{c^*}$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

#### CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

##### **Il comune di Tesero ricade in zona sismica 4.**

Sulla base dei dati raccolti dall'indagine geognostica del 2009 e presa visione della “Carta classificazione sismica dei suoli di fondazione” a cura della PAT ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, **è possibile assegnare al sottosuolo la categoria B-C.**

Per la classificazione sismica è stata condotta una nuova indagine sismica a cura del Servizio Geologico della PAT ricostruendo il profilo di velocità delle onde sismiche S del sottosuolo incrociando i risultati della prova MASW e HVSR (si rimanda all'allegato per le modalità di indagini e le sue caratteristiche).

Il modello presenta un'inversione di velocità concentrata nei primi 5 m di profondità e un forte addensamento dei materiali a partire dai 28-30 m di profondità. Le Vs equivalenti per il sito in esame sono pari a 227 m/s, **che colloca il sito in categoria sismica dei suoli “C”** (Vs eq compresa tra 180 e 360 m/s).

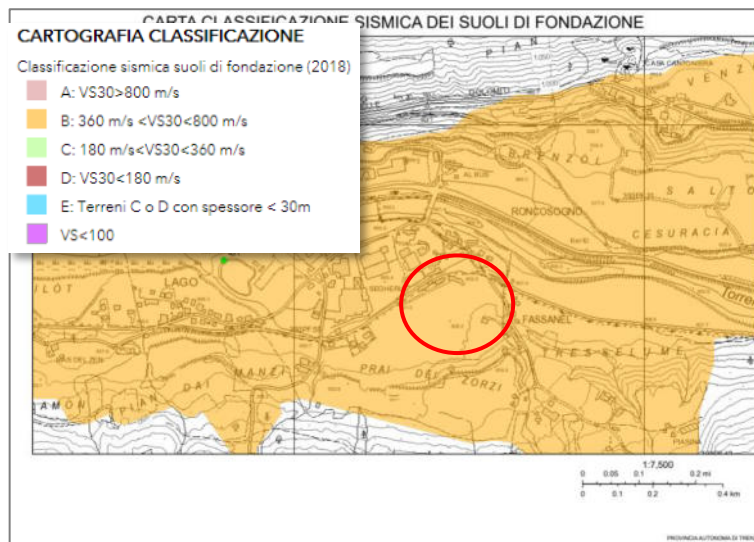
Le fondazioni verranno poste a circa 5-5,5 m di profondità, per tale ragione, nel rispetto delle NTC 2018, la Vs equivalente per il futuro piano fondazionale Vs eq (5,0-30,0) pari a 228 m/s. **La categoria sismica rimane “C”.**

Dal punto di vista delle frequenze fondamentali del sito, secondo il modello elaborato, alla quota fondazionale il picco maggiore passerà da circa 2 Hz (superficie) a 2,5 Hz.

#### CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per quanto riguarda **la categoria topografica il sito è classificabile in categoria T1** con un relativo coefficiente di amplificazione topografica, localizzato alla base del pendio,  $S_T=1,0$ .



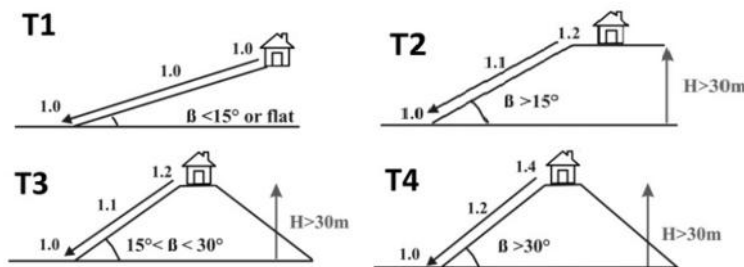


Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	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.
D	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.
E	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.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

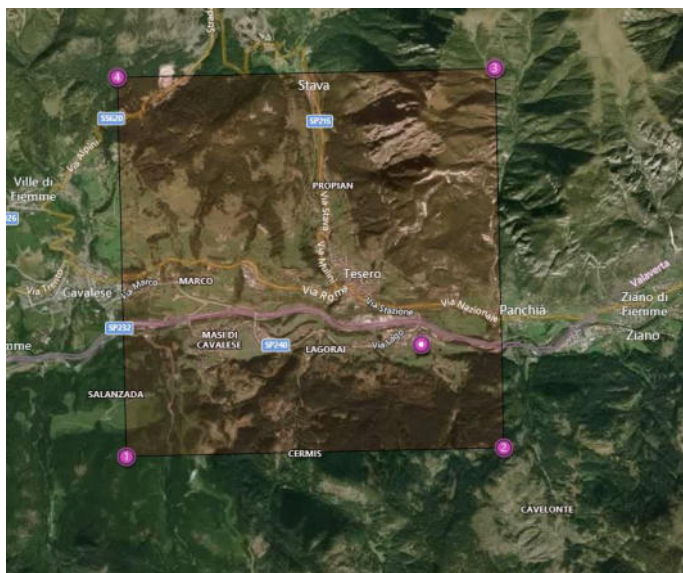


Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

Immagine 28: classificazione sismica dei suoli di fondazione della PAT e schema categoria topografica

Sulla base delle indicazioni riportate in questo capitolo, di seguito si riportata una tabella riassuntiva dei parametri di pericolosità sismica e dei coefficienti sismici necessari per definire compiutamente gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali (ai sensi di quanto previsto dalla NTC 2018).



### Parametri sismici

P1, P2, P3 e P4 sono i punti della maglia elementare del reticolo di riferimento. (Px è il sito d'intervento)

Parametri sismici

Lat. (ED50)  Long. (ED50)

Classe dell'edificio

Coefficiente d'uso Cu

Vita nominale  anni

Interpolazione

	Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	TC* [s]
Px	Operatività (SLO)	60	0.034	2.532	0.232
	Danno (SLD)	101	0.040	2.546	0.276
	Salvaguardia vita (SLV)	949	0.086	2.668	0.385
	Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.107	2.684	0.422
P1	Operatività (SLO)	60	0.033	2.526	0.230
	Danno (SLD)	101	0.039	2.548	0.275
	Salvaguardia vita (SLV)	949	0.084	2.658	0.384
	Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.104	2.682	0.424
P2	Operatività (SLO)	60	0.035	2.546	0.237
	Danno (SLD)	101	0.041	2.549	0.278
	Salvaguardia vita (SLV)	949	0.089	2.704	0.382
	Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.113	2.696	0.416
P3	Operatività (SLO)	60	0.033	2.526	0.229
	Danno (SLD)	101	0.039	2.550	0.275
	Salvaguardia vita (SLV)	949	0.084	2.642	0.390
	Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.104	2.686	0.429
P4	Operatività (SLO)	60	0.032	2.504	0.223
	Danno (SLD)	101	0.038	2.531	0.270
	Salvaguardia vita (SLV)	949	0.080	2.606	0.392
	Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.099	2.644	0.429

Periodo riferimento azione sismica

### Parametri sismici del sito

(Ss: Amplificazione stratigrafica, Cc: coeff. Funz. Categoria, St: amplificazione topografica; kh e kv coeff. Sismici orizzontali e verticali, Amax: accelerazione orizzontale massima attesa al sito)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

☐ Muri di sostegno

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

☐ Paratie

Altezza paratia H:  [m]

Spostamento ammissibile us:  [m]

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☒ Fronti scavo e rilevati

		SLO	SLD	SLV	SLC
	Ss	1.50	1.50	1.50	1.50
	Cc	1.70	1.61	1.44	1.40
	St	1.00	1.00	1.00	1.00
Muri di sostegno spost. nullo	kh	--	--	--	--
	kv	--	--	--	--
	Amax [m/s²]	--	--	--	--
	Beta	--	--	--	--
Stabilità dei pendii e fondazioni	kh	0.010	0.012	0.026	0.039
	kv	0.005	0.006	0.013	0.019
	Amax [m/s²]	0.496	0.589	1.259	1.577
	Beta	0.200	0.200	0.200	0.240
Muri di sostegno	kh	--	--	--	--
	kv	--	--	--	--
	Amax [m/s²]	--	--	--	--
	Beta	--	--	--	--
Fronti di scavo e rilevati	kh	--	0.028	0.049	--
	kv	--	0.014	0.024	--
	Amax [m/s²]	0.496	0.589	1.259	1.577
	Beta	--	0.470	0.380	--
Paratie	kh	--	--	--	--
	kv	--	--	--	--
	Amax [m/s²]	--	--	--	--
	Beta	--	--	--	--

### 6.2.1 Sismicità locale

Per la zonazione sismogenica del Comune di Tesero è stato consultato il progetto DISS e la zonazione sismogenica dell'INGV.

#### Sorgenti Sismogeniche composite e Zonazione sismogenica.

Di seguito si riporta l'inquadramento cartografico del progetto: "*Analysis of the seismic potential in Italy for the evaluation of the seismic hazard*" curato dal Dipartimento della Protezione Civile che recepisce i dati editati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia tramite il progetto DISS "*Database of Individual Seismogenic Sources*" (DISS). Questo database contiene informazioni su elementi tettonici in grado di generare terremoti (faglie attive). Come si vede dall'immagine le sorgenti sismogeniche composite appartenenti al fronte di spinta più esterno delle Alpi Meridionali, vergenti a Sud si trovano molto più a sud.

La stessa zonazione sismogenica ZS9 non individua nell'area di studio zone di riferimento.

Comunque per il sisma di riferimento è possibile prendere in considerazione la zona 906 riferita all'attività tettonica dell'Arco Alpino.

**Il valore di magnitudo di riferimento  $M_w$  per la Zona 906 è pari a 6,60** (*Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Akinci A., Faccioli E., Gasperini P., Malagnini L., Valensise G. (2004). Valori di  $M_{max}$ , di  $b$ , completezze. Dati di ingresso per la redazione di MPS04 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/SH/MPS04/INPUTDATA>*).

Questo valore di  $M_w$  è utile alla definizione del terremoto di scenario (scenario che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica) per studi di microzonazione, analisi di liquefazione, studi di stabilità dei versanti.

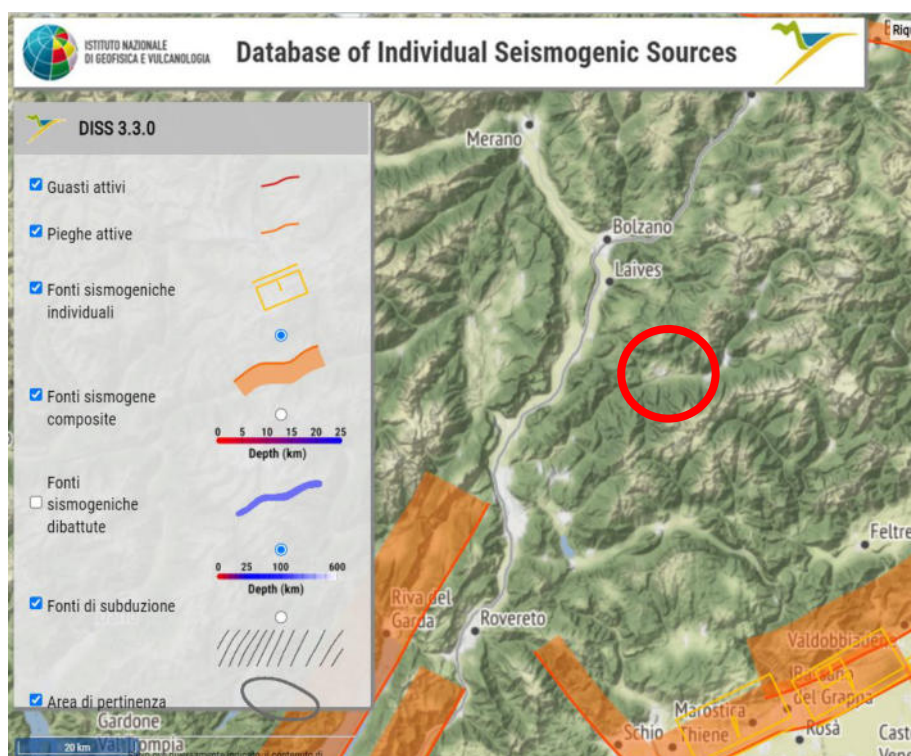


Immagine 29: Database Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Le 3 principali sorgenti sismogeniche (CSS) prossime all'area di studio sono la **CSS Giudicarie (ITC048)** con una stima di magnitudo massima pari a 6,8, la **CSS Bassano-Vittorio Veneto (ITCS105)**



con una stima di magnitudo massima pari a 6,9 e la **CSS Schio-Vicenza (ITCS175)** con una stima di magnitudo massima pari a 7,3.

PARAMETRIC INFORMATION				PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter		Quality	Evidence	Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	5.0	OD	Based on geological and seismological data.	Min depth [km]	1.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Max depth [km]	12.0	OD	Based on geological and seismological data.	Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Strike [deg] min... max	205...265	OD	Based on geological and seismological data.	Strike [deg] min... max	200...245	LD	Based on geological data from various Authors.
Dip [deg] min... max	25...35	OD	Based on geological and seismological data.	Dip [deg] min... max	30...50	LD	Based on geological data from various Authors.
Rake [deg] min... max	70...100	EJ	Inferred from geological and seismological data.	Rake [deg] min... max	60...100	LD	Based on geological and geodetic data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000...0.5000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.	Slip Rate [mm/y] min... max	0.2900...0.7200	EJ	Inferred from regional geological data from Galadini et al. (2005).
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.	Max Magnitude [Mw]	6.9	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.
LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement				LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement			

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	EJ	Inferred from subsurface geological and geophysical data.
Max depth [km]	15.0	EJ	Inferred from subsurface geological and geophysical data.
Strike [deg] min... max	310...330	LD	Based on geological and geomorphological data.
Dip [deg] min... max	65...75	EJ	Inferred from subsurface geological and geophysical data.
Rake [deg] min... max	160...200	EJ	Inferred from regional seismological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000...0.5000	EJ	Inferred from geodynamic data and geological considerations.
Max Magnitude [Mw]	7.3	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.
LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement			

Immagine 30: informazioni parametriche delle varie Composite Seismogenic Sources (CSS)

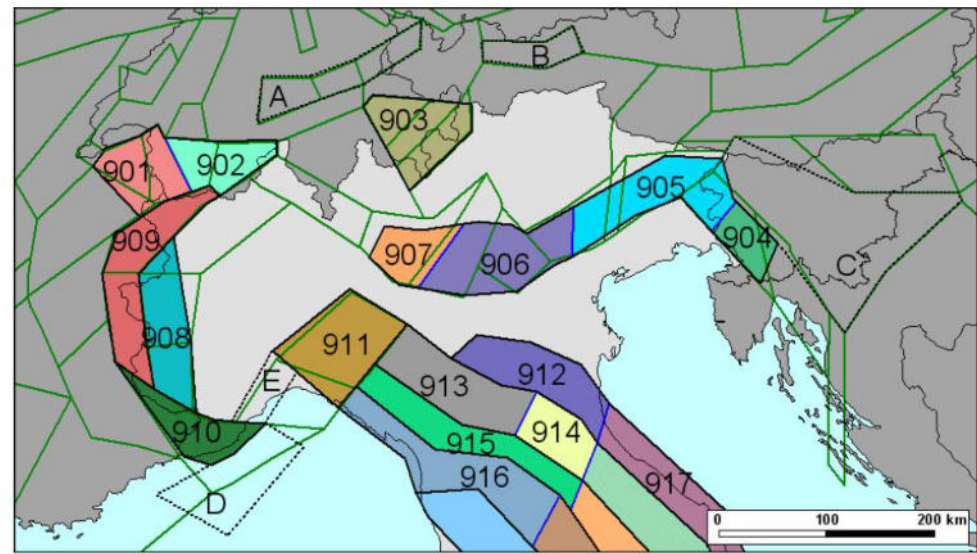


Immagine 31: zone sismogeniche (zonazione ZS9) del nord Italia vincolate alle sorgenti sismogeniche

6.2.2 Stima della pericolosità e analisi di disaggregazione

Una stima della pericolosità del sito in studio può essere fatta attraverso le Mappe interattive della pericolosità sismica dell'INGV con il metodo di disaggregazione delle mappe di pericolosità. L'analisi della disaggregazione dei valori di PGA 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 epicentrale alla pericolosità del nodo; questa informazione è riportata sia in forma grafica sia in forma tabellare. Per ogni nodo della griglia sono anche riportati i valori medi di M-D-ε.

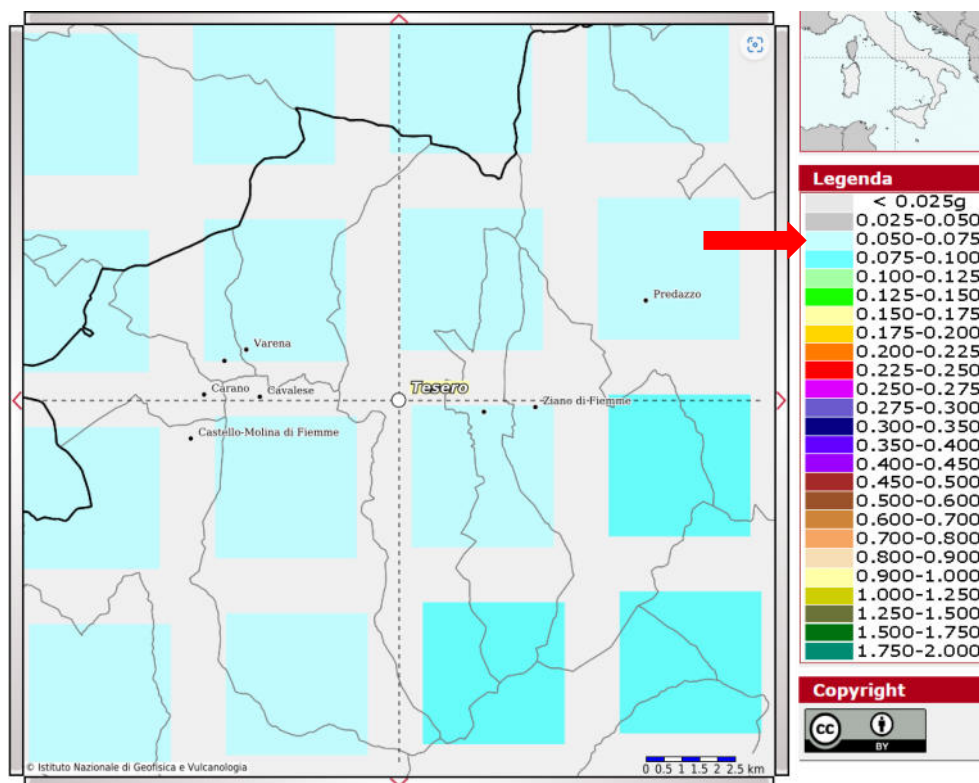
*“La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è un’operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l’evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Analogamente alla disaggregazione in M-R è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in M-R-ε dove ε rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R”.*

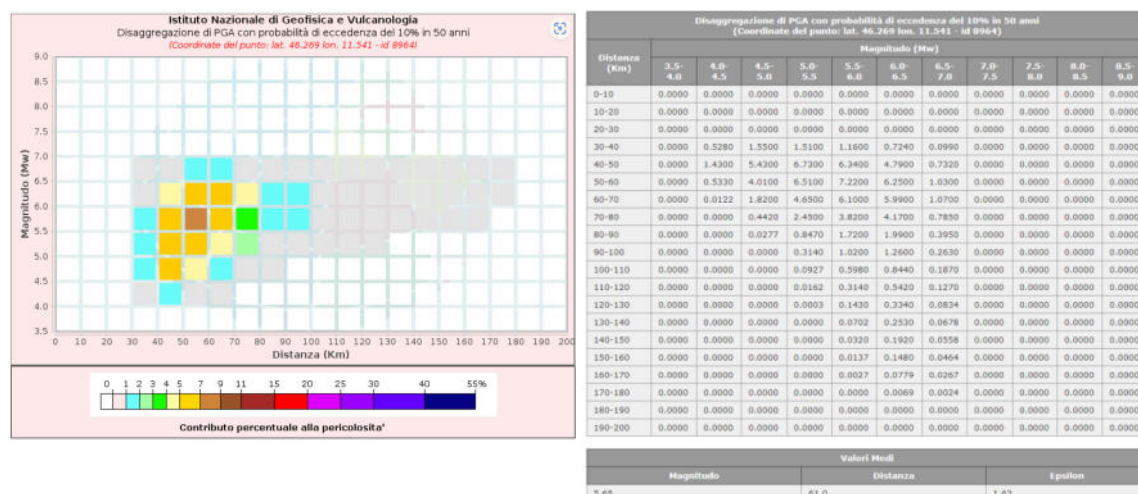
Le immagini seguenti riportano, per l’area in oggetto, la disaggregazione del valore di a(g) con i contributi alla pericolosità sismica determinati con probabilità di eccedenza per:

$$TR \text{ (Tempo di ritorno)} = VR / [-\ln(1-PVR)] \gg TR = 50 / [-\ln(1-0.10)] = 474 \text{ anni}$$

**Risulta come rappresentativa la coppia magnitudo-distanza 5,65-61 km con un valore di ξ pari a 1,63.**

Epsilon indica di quanto l’accelerazione attesa al sito per coppia magnitudo/distanza individuata dall’analisi di disaggregazione si discosta dal valore di PGA stimato al sito nella carta di pericolosità relativo al sito. Dato che questo scostamento è espresso in frazioni della deviazione standard della legge di attenuazione, valori di epsilon minori di 1 indicano che la coppia corrisponde a valori di PGA attesi compatibili con la PGA dedotta dalle carte di pericolosità. Valori maggiori di 1 indicano che questo scostamento è significativo e che quindi la coppia scelta produce valori di PGA molto lontani da quelli attesi.





### 6.3 Stabilità nei confronti della liquefazione

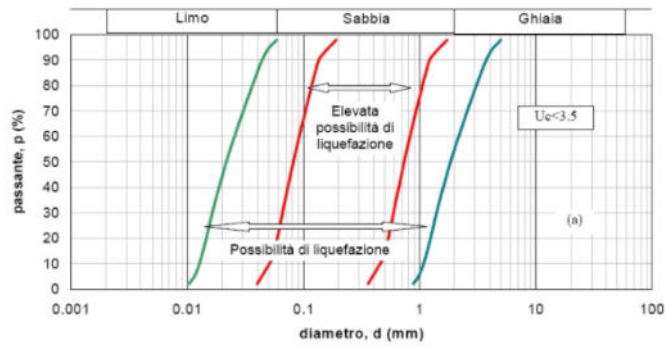
Secondo quanto previsto dalle NTC2018, il sito presso il quale è ubicato l'intervento deve essere stabile nei confronti della liquefazione. Con questo termine definisce quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere a interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

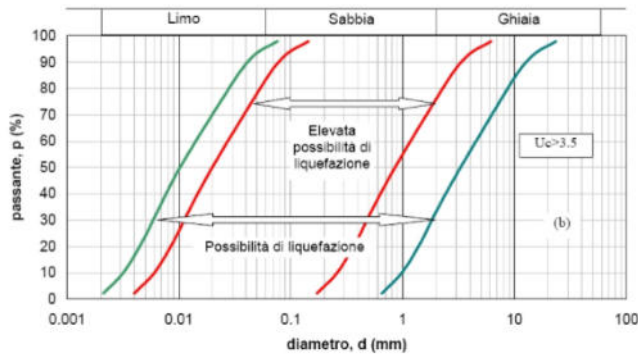
1. accelerazioni massime attese al piano campagna ( $a_g$ ) in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali (misura riferita al valore medio stagionale);
3. Accelerazione massima attesa in superficie minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
  - $FC > 20\%$ ,  $IP > 10$ ;
  - $FC \geq 35\%$ ,  $N'_{SPT}$  (corretto-normalizzato)  $> 20$ ;
  - $FC \leq 5\%$ ,  $N'_{SPT}$  (corretto-normalizzato)  $> 25$
4. Materiale con  $U_c < 3.5$  – Granulometria del terreno esterna alle zone indicate vedi immagine; materiale con  $U_c > 3.5$  – Granulometria del terreno esterna alle zone indicate (vedi immagine)  
 $U_c$ : coefficiente di uniformità

In merito si evidenzia come possa essere estremamente improbabile, anche se non impossibile, che si verifichino fenomeni di liquefazione oltre i 15 metri circa di profondità.





Fasce granulometriche critiche  $U_c < 3.5$



Fasce granulometriche critiche  $U_c > 3.5$

Dal punto di vista granulometrico il deposito presente nel sottosuolo ricade all'esterno delle fasce granulometriche delle immagini precedenti. Il fenomeno della liquefazione è infatti molto probabile in terreni sabbiosi sciolti sotto falda anche se contenenti una frazione limo-argillosa. Le stratigrafie hanno invece restituito un deposito al di sotto della falda sostanzialmente argilloso o argilloso-limoso.

In mancanza dei dati certi della granulometria, in via speditiva si verifica la suscettibilità alla liquefazione del terreno con il metodo proposto dal CNR e suggerito dal GNDT. La verifica viene eseguita solo in presenza di accelerazione sismica, terreni incoerenti sotto falda. La verifica viene effettuata con il software *Loadcap* della *Geostru* inserendo la stratigrafia e i parametri geotecnici ricavati dalla relazione geotecnica. In merito al calcolo è necessario fare riferimento all'accelerazione massima in superficie ( $a_{max}=0,129$ ;  $a_g \times S$  per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita –SLV-). Per  $S$  si intende il fattore moltiplicativo dovuto agli effetti locali dei terreni, pari, per l'approccio semplificato di normativa, al prodotto tra  $S_s$  -amplificazione stratigrafica- ed  $S_t$  -amplificazione topografica-.

Pertanto sarà:  $a_{max} = a_g \times S = a_g \times S_s \times S_t$  al SLV, al peso di volume del deposito, al peso di volume saturo, alla profondità della falda e alla magnitudo attesa (6,6). Per quanto riguarda la stratigrafia è stata contemplata una sabbia sciolta con almeno il 25% di materiale fine coesivo (valore cautelativo sulla base delle stratigrafie).

I risultati della verifica sono riportati dalla tabella seguente estratta dal software:

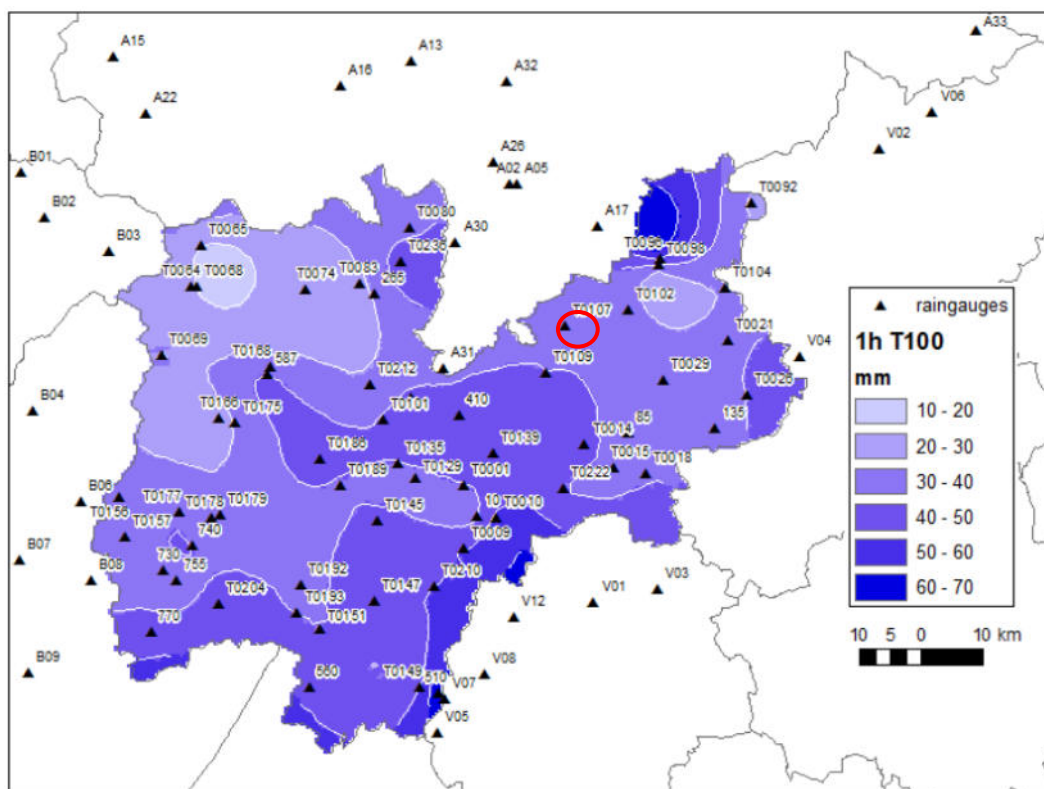
Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idross									
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt	P0 (kN/m²)	P0 (kN/m²)	T	R	SF	Condizione:
1	5.50	50.00	54.79	107.998	83.481	0.100	125.381	1259.774	Livello non liquefacibile
2	12.00	10.00	7.41	244.496	156.235	0.108	0.164	1.521	Livello non liquefacibile
3	15.00	6.00	3.87	307.495	189.813	0.105	0.135	1.283	Livello non liquefacibile
4	28.50	12.00	4.88	590.991	340.916	0.083	0.142	1.712	Livello non liquefacibile
5	29.70	6.00	2.36	616.190	354.348	0.081	0.124	1.536	Livello non liquefacibile
6	35.70	14.00	4.76	742.188	421.504	0.069	0.142	2.064	Livello non liquefacibile
7	39.70	22.00	6.86	826.187	466.276	0.060	0.158	2.636	Livello non liquefacibile

## 7 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Preso atto del modello geologico descritto nelle pagine precedenti e soprattutto la presenza di un acquifero nell'unità geologica più superficiale (A1<sub>gs</sub>) si ritiene opportuno che tutte le acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili siano convogliate verso la rete delle acque bianche esistente anche tramite la realizzazione di vasche di laminazione. Per il calcolo della portata Q si può fare riferimento allo studio contenuto del PGUAP “*Determinazione delle zone omogenee per piogge intense nel trentino*” di Della Lucia, Fattorelli, Provasi (su incarico dell'Azienda Speciale Sistemazione Montana del 1976) con riferimento alla zona 4 (tra le altre comprende anche il bacino dell'Avisio):

Tempo di ritorno [anni]	Altezza h [mm] delle piogge di durata t [h]					Parametri della curva h=at <sup>n</sup>	
	1	3	6	12	24	a	n
Zona n° 4							
2	19,1	28,8	38,7	54,3	75,5	18,4	0,43
5	26,8	39,4	53,5	77,3	111,0	25,3	0,45
10	32,0	46,4	63,4	92,9	135,9	29,9	0,46
25	38,7	55,2	75,9	113,2	168,5	35,6	0,47
50	43,7	61,8	85,3	128,5	193,7	39,9	0,47
100	48,8	68,4	94,8	144,1	219,5	44,2	0,48
200	54,0	75,1	104,3	160,0	246,1	48,6	0,48

Altro riferimento per la stima delle precipitazioni intense è la pubblicazione dell'aprile 2011 a cura dell'Associazione Italiana di Idronomia “*Analisi del regime delle piogge intense per la Provincia Autonoma di Trento*”. Nelle Fig. 10-12 del documento sono riportate le mappe dei quantili di precipitazione 100nnali per le durate di 1h, 6h e 24h. Di seguito è riportata l'immagine per T<sub>r</sub> 100 anni durata 1 h. Con il cerchietto rosso è indicata approssimativamente la posizione del paese di Tesero (la stazione meteo T0107 è posizionata a Cavalese):



**Figura 10:** Quantili di precipitazione relativi ad un tempo di ritorno di 100 anni per la durata di 1 ora.

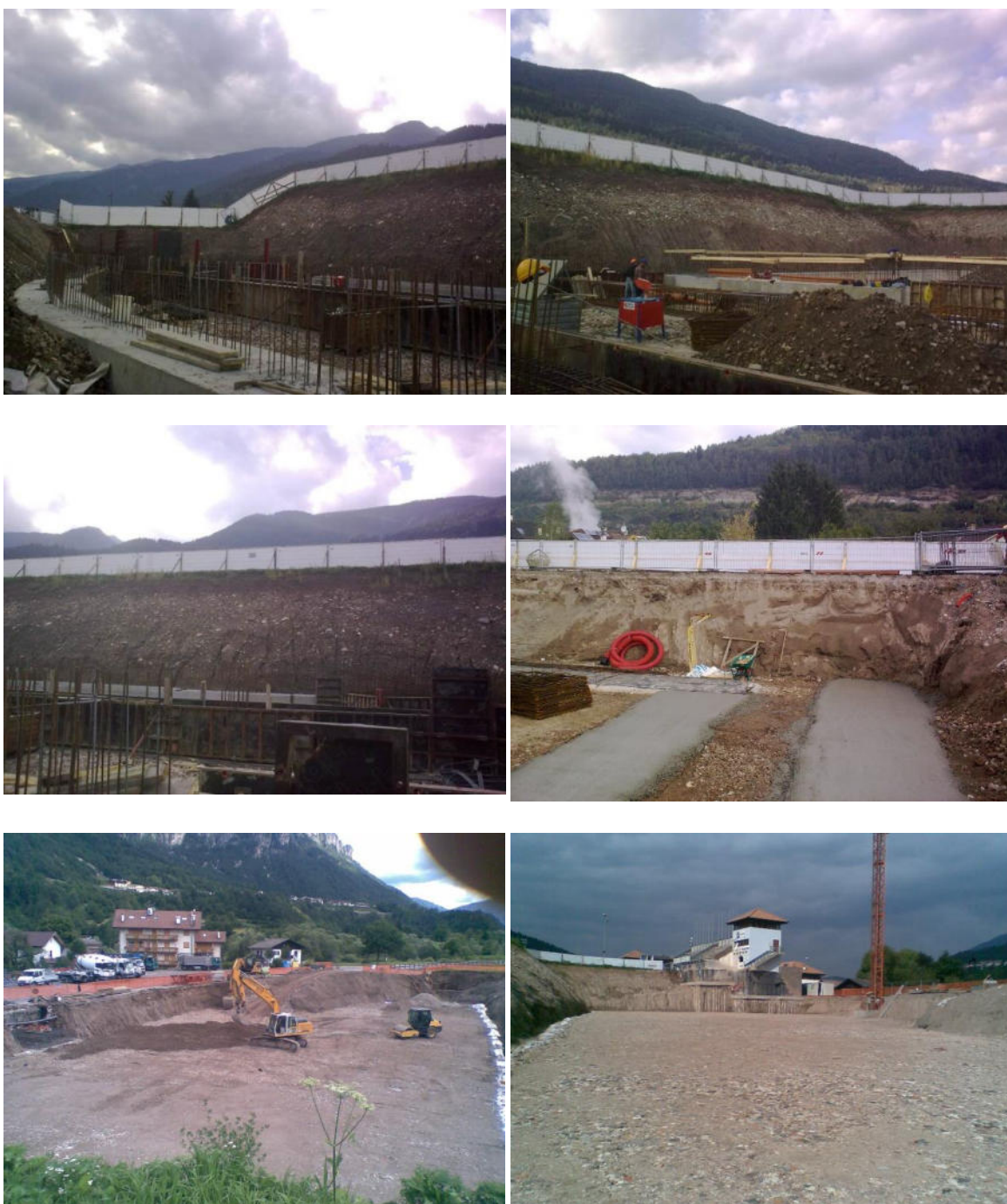
La portata oraria (Q) proveniente dalle superfici impermeabili si calcola con la seguente formula:  $Q = h \times S \times c$  dove S è la superficie impermeabilizzata, h la massima altezza di precipitazione e c il coefficiente di deflusso (pari a 0,90 per le tegole e 0,70 per le piastre con sabbia).

Rispetto alla precedente tabella è possibile fare riferimento almeno ad un tempo di ritorno di 50 o 100 anni per una pioggia di durata pari ad 1 ora.

## 8 FRONTI DI SCAVO

Gli scavi saranno particolarmente significativi per la realizzazione del locale interrato (UF1-A) che necessita di uno scavo per la preparazione del piano di fondazione con altezza complessiva attorno ai 6-6,5 m. Sulla base delle stratigrafie lo scavo interesserà completamente l'unità A1<sub>sg</sub> raggiungendo sostanzialmente l'interfaccia con la sottostante unità A2<sub>al</sub>. Il tipo di terreno scavato sarà quindi essenzialmente grossolano (ghiaia, ghiaia con sabbia), ma con la presenza di una falda attestata attorno ai 4-4,5 metri dal p.c. **E' quindi necessario che in fase realizzativa si predispongano dei sistemi di drenaggio delle acque (trincea drenante sul fondo scavo) che molto probabilmente interesseranno il fondo scavo (si veda fine del paragrafo).**

Di seguito si riportano alcune fotografie degli scavi realizzati nel 2013 per la costruzione degli edifici esistenti fornite dal Geologo Del Din e dall'Impresa costruttrice.







La verifica della stabilità dei fronti di scavo aperti deve essere effettuata secondo le nuove norme NTC 2018. La normativa prescrive che sia soddisfatta la condizione  $E_d \leq R_d$  dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione, mentre  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Questa verifica va effettuata con diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2, R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di 2 approcci progettuali distinti e alternativi.

L'Approccio 2 (A1+M1+R3) prevede un'unica combinazione da adottare sia nelle verifiche strutturali che in quelle geotecniche. Come previsto dalle NTC 2018 la verifica per la stabilità dei versanti agli SLU deve essere effettuata secondo la **Combinazione 2: A2+M2+R2** tenendo conto dei coefficienti delle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I dove il coefficiente per le verifiche di sicurezza  $\gamma_R$  per R2 è pari a 1.1.

La Normativa precisa al punto 2.4.1 che in caso di opere provvisorie in fase costruttiva con durata inferiore ai 2 anni (come lo sono in questo caso l'apertura dei fronti di scavo) si può omettere la verifica sismica e quindi è autorizzato il solo utilizzo dei coefficienti in condizione statica.

La verifica quindi dei fronti di scavo è stata eseguita non considerando l'azione sismica, ma applicando ai **parametri geotecnici caratteristici all'unità  $A1_{gs}$**  i coefficienti della tabella 6.2.II (M2) e quindi trasformandoli in **parametri geotecnici di progetto**. Per la verifica è stato utilizzato un valore di coesione caratteristico (valido per brevi periodi di tempo) pari a 5 kPa ridotto a parametro di progetto utilizzando il coefficiente proposto dalle NTC2018 (1,25).

Per la verifica è stato utilizzato il software SLOPE della Geostru, imponendo un fronte di scavo con  $H=6\text{ m}$  e pendenza di  $50^\circ\text{-}55^\circ$  considerando la falda a quota fondo scavo (quindi un fronte privo di falda freatica o altre venute d'acqua); essendo fronti temporanei non è stata applicata l'azione sismica.

Di seguito l'immagine con i parametri impostati per la simulazione dove appare evidente come a fronte di un coefficiente di riduzione parziale della resistenza (R) pari a 1,1 è stato scelto un grado di sicurezza accettabile pari a 1 (visto l'assenza di carichi sui fronti di scavo e di carattere temporaneo degli stessi):

<b>Dati generali</b>		<b>Coefficienti parziali parametri geotecnici (M)</b>	
Litotipo / Pendii in roccia	Pendii in terra	Tangente angolo di resistenza al taglio	$\gamma_\phi$ 1.25
Forma superficie	Circolare	Coesione efficace	$\gamma_c$ 1.25
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1	Coesione non drenata	$\gamma_{cu}$ 1.4
Passo ricerca fattore di sicurezza (10)	10	<input checked="" type="checkbox"/> Utilizzare questi coefficienti per ridurre la resistenza del materiale	
Numero di conici	10	Coefficiente parziale resistenza (R)	
Profondità BedRock (m)	3	Coefficiente parziale resistenza	$\gamma_R$ 1.1

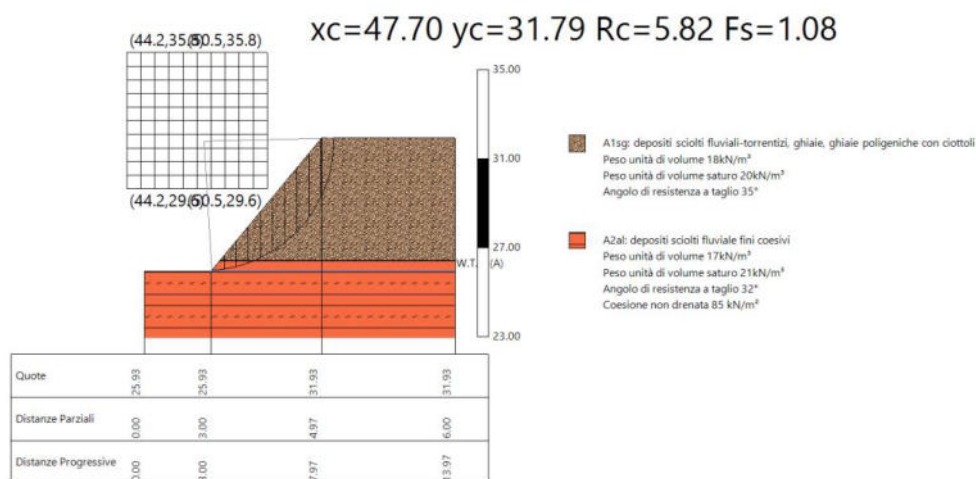


Immagine 32: verifica con fronte di scavo a  $50^\circ$

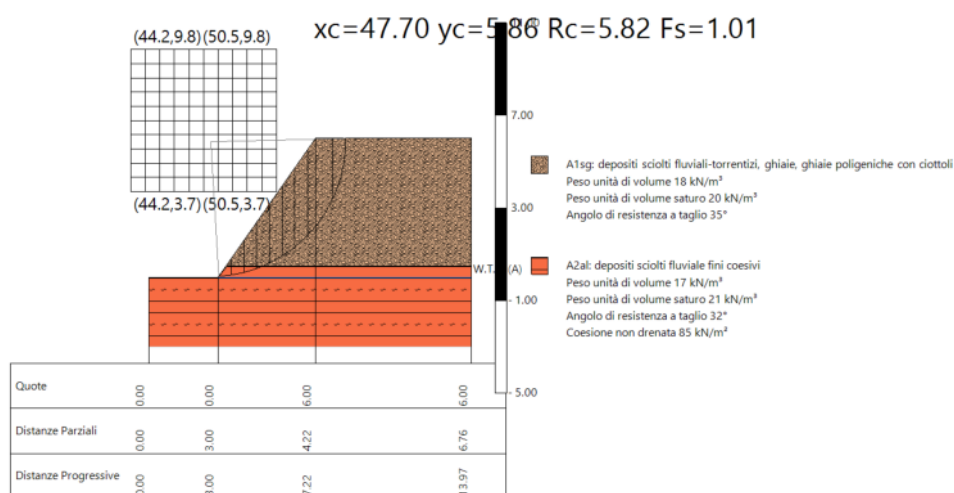


Immagine 33: verifica con fronte di scavo a  $55^\circ$

Anche il rifacimento delle ex tribune (UF1-B) necessita di scavi con conseguente apertura di fronti temporanei con altezza di circa 5-6 metri. Anche in questo caso, in assenza di falda, sarà necessario

rispettare una inclinazione massima di 50°-55° con eventuale realizzazione di opere di sostegno che consentano di garantire la stabilità delle strutture limitrofe.

Per altezze superiori dei fronti di scavo e nei tratti di scavo limitrofi alle strutture oppure in presenza di venute d'acqua sul fronte di scavo, al fine di **garantire idonee condizioni di stabilità, sarà quindi necessario optare per una diminuzione dell'inclinazione che non dovrà essere superiore ai 40° oppure la realizzazione di opere di sostegno che consentano di mantenere un fronte subverticale in sicurezza e che allo stesso tempo garantiscano la stabilità dei terreni e delle strutture limitrofe.**

Al fine di garantire comunque la stabilità del ciglio superiore dei fronti di scavo anche se in presenza di opere di sostegno si consiglia di:

1. proteggere i fronti di scavo con teli di nylon;
2. evitare il posizionamento di sovraccarichi in prossimità del ciglio di scavo e il passaggio in adiacenza allo stesso di mezzi meccanici, prevedendo una fascia di interdizione, opportunamente delimitata;
3. evitare il transito e la sosta di autoveicoli nell'area prossima alla zona degli scavi nel periodo richiesto dalla realizzazione degli stessi ed alla messa in opera dei muri definitivi che fungeranno da muri di contenimento, periodo che dovrà essere comunque limitato

**Per il drenaggio della falda nello scavo della UF1-B, falda attestata attorno ai 4,30 m dal piano campagna (1 metro circa sopra il contatto con la formazione argillosa dell'Unità A2<sub>al</sub> che ne forma il letto impermeabile), è necessario intervenire con un opera di drenaggio alla base del fronte di scavo e posta a monte del piano di fondazione.**

E' possibile intervenire realizzando una trincea drenante con profondità 80-100 cm oltre la quota fondazione lungo i bordi laterali (est, ovest) e a monte (sud) dello scavo. Sul fondo della trincea potranno essere posizionate delle tubazioni microforate (2) o prodotto simile per allontanare le acque raccolte dalla trincea e quindi seguirà il riempimento dello scavo con materiale grossolano secco per ottimizzare il drenaggio. Il materiale del dreno dovrà essere separato dai depositi naturali con un geotessile per evitarne l'intasamento. Potranno inoltre essere predisposti dei pozzetti di ispezione utili per future manutenzioni.

## 9 CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

Su incarico del **COMUNE DI TESERO** lo scrivente ha redatto la presente relazione geologica a supporto del progetto esecutivo a cura del **Servizio Opere Civili della P.A.T.** per i lavori di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero in previsione delle olimpiadi Milano-Cortina 2026 **Unità Funzionale 1** ed in particolare l'Unità UF1-A (nuovo interrato) e UF1-B (Tribune e centro FIS).

Di seguito si riporta una sintesi dei capitoli precedenti. Si rimanda alle pagine precedenti per gli approfondimenti.

### Capitolo 3-Cartografia allega al Piano Urbanistico Provinciale

Dal punto di vista del PUP l'area ricade:

#### ❖ *Carta Sintesi delle Pericolosità:*

Area classificata P1 "aree a penalità trascurabile o assente" (art. 18 delle Norme di Attuazione del PUP) in relazione a una problematica lito-geomorfologica trascurabile H1.

#### ❖ *Carta Risorse Idriche*

Non ricade in aree a protezione o rispetto

**Nel suo complesso il sito appare stabile e non sono stati segnalati fenomeni di dissesto in atto o presunti.**

### **Capitolo 4-Modello geologico di riferimento**

Il modello geologico è stato ricostruito tramite le indagini in sito del 2009 e la campagna d'indagine del 2022. Sulla base dei dati raccolti il Modello Geologico del sito può essere preliminarmente descritto come di seguito:

**MODELLO GEOLOGICO:** successione sedimentaria di origine fluviale e fluvioglaciale con spessore di diverse decine di metri formata da una livello superficiale di materiale grossolano incoerente di circa 5-5,5 m, a cui seguono alternanze di materiale e fine coesivo.

Le principali Unità litostratigrafiche sono:

**UNITA' R:** livello superficiale di suolo con diffusa presenza di radici e componente organica in generale. Permeabilità da discreta a buona, spessore variabile tra 20 cm.

**UNITÀ A1<sub>sg</sub>:** depositi sciolti fluviali grossolani incoerenti con spessore variabile mediamente attestato tra i 5 e i 5,5 m. Si tratta di ghiaie, ghiaie poligeniche con ciottoli; nella porzione superficiale (da -0,20 cm fino a circa - 2,5 m) ghiaia sabbiosa debolmente limosa. Acquifero superficiale con superficie impermeabile sull'interfaccia con la sottostante A2<sub>al</sub>.

**UNITÀ A2<sub>al</sub>:** depositi sciolti fluviali fini coesivi tipici di un ambiente a bassa energia. L'interfaccia con la soprastante A1<sub>sg</sub> è irregolare ed è attestato attorno ai -5/5,5 m dal p.c. Questa unità insiste fino a -40 m di profondità. Si tratta di argille, limi argillosi da addensati a molto addensati. Permeabilità stimata attorno ai 10<sup>-5</sup> m/s

Il piezometro, finestrato per intercettare la presenza della falda freatica nell'acquifero A1<sub>sg</sub> segna la quota falda estremamente variabile attorno ai 3/5 m dal p.c. **con un livello medio estivo compreso tra 4 e 4,50 m di profondità.** La A2<sub>al</sub> funge da livello impermeabile di base della falda freatica il cui acquifero è



quindi individuabile solo nella A1<sub>sg</sub>. Questa posizione fa sì che la falda sia decisamente superficiale e quindi fortemente influenzata dalla stagionalità con fluttuazioni del livello freatico piuttosto rilevanti.

Substrato roccioso stimato a oltre i 50 m di profondità.

### **Capitolo 5-Disciplina d'utilizzazione terre e rocce da scavo**

Prima dell'inizio dei lavori di scavo occorre confermare la qualifica di sottoprodotto alle terre e rocce da scavo secondo le modalità previste dal 120/2017 artt. aa 9 a 18 in caso di grandi cantieri sottoposti a VIA o AIA oppure art. 22 per grandi cantieri non sottoposti a VIA o AIA.

In questa fase, nella zona dell'intervento UF1-A, si sono condotte delle analisi chimico-ambientali sui campioni raccolti dai 2 sondaggi spinti alla profondità di -10 m dal p.c. Sono stati portati in laboratorio n. 20 campioni raccolti, con diversi incrementi, per ogni metro di sondaggio. Dalle prove sono stati esclusi i primi 0,50 cm di suolo superficiale che quindi sarà destinato a discarica e non potrà essere utilizzato come terre e rocce ad eccezione del livello erboso vegetale che invece potrà essere riutilizzato per la sistemazione finale del sito.

Per quanto riguarda il materiale scavato per gli interventi di ristrutturazione degli edifici della UF1-B, di cui è prevista la demolizione, esso potrà essere riutilizzato previa analisi di compatibilità ambientale come previsto dalla norma sulle Terre e rocce da scavo.

Il materiale di scavo che sarà considerato rifiuto (art. 183 del TUA) sarà destinato a discarica previa identificazione con idoneo/idonei codici CER (ad esempio terre e rocce da scavo: codice CER 17.05.04 in assenza di sostanze pericolose, conglomerato bituminoso e/o cementizio; codice CER 17.09.04 in assenza di sostanze pericolose) nel rispetto del TUA (Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152).

### **Capitolo 6-Azione sismica**

Per la valutazione dell'azione sismica le caratteristiche sismiche del sottosuolo sono state ricavate utilizzando i dati delle indagini in sito del 2009, della "Carta classificazione sismica dei suoli di fondazione" a cura della PAT e della nuova indagine del 2022 (MASW e HVSr). Tutte e 3 le indagini forniscono dati uguali. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, **è infatti possibile assegnare al sottosuolo la categoria C con categoria topografica T1. La massima magnitudo attesa in sito secondo le varie sorgenti sismogeniche è prevista con un valore 6,6 Richter.**

E' stata verificata la non liquefacibilità del terreno nel sottosuolo.

### **Capitolo 7-Smaltimento acque meteoriche**

L'acqua raccolta dalle superfici impermeabilizzate (coperture e piazzali) dovrà essere smaltita nella rete delle acque bianche, anche con l'uso di una vasca di laminazione, evitando lo smaltimento nel sottosuolo. Nel capitolo è stata riportata la quantità massima di precipitazione prevista ed il calcolo per la portata massima da smaltire da adeguare a seconda delle superfici impermeabili.

### **Capitolo 8-Fronti di scavo**

La realizzazione del locale interrato della UF1-A necessita di uno scavo per la preparazione del piano di fondazione con altezza complessiva di circa 6-7 m. Sulla base delle stratigrafie lo scavo interesserà completamente l'unità A1<sub>sg</sub> raggiungendo sostanzialmente l'interfaccia con la sottostante unità A2<sub>al</sub>.

Il tipo di terreno scavato sarà quindi essenzialmente grossolano (ghiaia, ghiaia con sabbia), ma con la presenza di una falda acquifera attestata attorno ai 4 metri dal p.c. **E' quindi necessario che in fase**

realizzativa si predispongano di smaltimento delle acque che molto probabilmente interesseranno il fondo scavo.

Per il drenaggio della falda attestata attorno ai 4,30 m dal piano campagna (1 metro circa sopra il contatto con la formazione argillosa dell'Unità A2<sub>a</sub> che ne forma il letto impermeabile) è necessario intervenire con un opera di drenaggio posta a monte del piano di fondazione.

E' possibile intervenire realizzando una trincea drenante con profondità 80-100 cm oltre la quota fondazione lungo i bordi laterali (est, ovest) e a monte (sud) dello scavo. Sul fondo della trincea potranno essere posizionate delle tubazioni microforate (2) o prodotto simile per allontanare le acque raccolte dalla trincea e quindi seguirà il riempimento dello scavo con materiale grossolano secco per ottimizzare il drenaggio. Il materiale del dreno dovrà essere separato dai depositi naturali con un geotessile per evitarne l'intasamento. Potranno inoltre essere predisposti dei pozzetti di ispezione utili per future manutenzioni.

**Pertanto ipotizzando uno scavo con altezza complessiva pari a 6 metri in assenza di falda si ottiene un angolo massimo da assegnare al fronte di scavo pari a 50°-55°.**

Per altezze superiori dei fronti di scavo e nei tratti di scavo limitrofi alle strutture, al fine di **garantire idonee condizioni di stabilità, sarà quindi necessario optare per la realizzazione di opere di sostegno che consentano di mantenere un fronte subverticale in sicurezza e che allo stesso tempo garantiscano la stabilità dei terreni e delle strutture limitrofe.**

Anche il rifacimento delle ex tribune (UF1-B) necessita di scavi con conseguente apertura di fronti temporanei con altezza di circa 5-6 metri. Anche in questo caso, in assenza di falda, sarà necessario rispettare una inclinazione massima di 50°-55° con eventuale realizzazione di opere di sostegno che consentano di garantire la stabilità delle strutture limitrofe.

Al fine di garantire comunque la stabilità del ciglio superiore dei fronti di scavo anche se in presenza di opere di sostegno si consiglia di:

1. proteggere i fronti di scavo con teli di nylon;
2. evitare il posizionamento di sovraccarichi in prossimità del ciglio di scavo e il passaggio in adiacenza allo stesso di mezzi meccanici, prevedendo una fascia di interdizione, opportunamente delimitata;
3. evitare il transito e la sosta di autoveicoli nell'area prossima alla zona degli scavi nel periodo richiesto dalla realizzazione degli stessi ed alla messa in opera dei muri definitivi che fungeranno da muri di contenimento, periodo che dovrà essere comunque limitato

### **9.1 Prescrizioni e Raccomandazioni**

Sulla base di tutto quanto esposto nella Relazione Geologica **lo scrivente esprime quindi parere favorevole al progetto di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero nel rispetto delle seguenti indicazioni:**

- ✓ il progetto strutturale-esecutivo dovrà tener conto del Modello Geologico;
- ✓ la Relazione Geotecnica dovrà tener conto del Modello Geologico;
- ✓ rispetto della Normativa sui Rifiuti o sulle TRS. Permane la necessità, prima dell'inizio dei lavori di scavo, l'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TRS a carico

del produttore o esecutore e deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito;

- ✓ rispetto della Normativa sull'Azione Sismica;
- ✓ si consiglia l'utilizzo di fondazioni a platea che dovranno essere ammorsate sui terreni detritici asportando completamente eventuali livelli a granulometria fine che e quindi dovranno essere sostituiti con un riporto di materiale grossolano ben rullato e compattato. Al termine della compattazione lo strato di terreno grossolano, sopra il quale sarà realizzata il magrone e quindi la fondazione a platea, dovrà avere almeno 50-60 cm di spessore;
- ✓ rispetto della Normativa e delle linee guida e indicazioni sulla riduzione del rischio incidente a persone o cose nelle attività edili e di scavo;
- ✓ si ricorda che ai sensi delle NTC2018 punto 6.4.2 "*Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua*";
- ✓ l'indagine geologica ha evidenziato come la falda freatica si attesti attorno ai 4-4,5 metri dal p.c., è quindi prevedere in fase progettuale idonei sistemi di smaltimento dell'acqua di falda riscontrata nello scavo realizzando sul fondo scavo una trincea drenante (vedi paragrafo precedente di sintesi o il cap. 8);
- ✓ i fronti di scavo dovranno essere adeguatamente scarpati (angoli attorno ai 50° in assenza di falda) oppure sostenuti da sistemi di sostegno quali micropali, muri, muri in gabbioni o paratie. Si richiama l'attenzione agli scavi limitrofi a strutture già presenti prevedendo opere di protezione e di sostegno anche se temporanee;
- ✓ nel caso di presenza di venute d'acqua sui fronti di scavo questi dovranno essere scarpati (anche con l'aiuto di una gradonatura) garantendo inclinazione non superiori ai 40°
- ✓ nella costruzione del locale interrato della UF1-A si ritiene fondamentale l'utilizzo del sistema "vasca bianca" per garantire una impermeabilizzazione continua e integra. Per gli altri edifici (UF1-B) è comunque necessario prevedere la posa della guaina impermeabile lungo le murature perimetrali.

Se i lavori saranno eseguiti nel rispetto delle indicazioni progettuali e delle prescrizioni contenute nella presente relazione, l'intervento non andrà ad alterare lo stato geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi garantendone quindi la stabilità.

Il presente fascicolo è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica perciò costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

E' opportuno precisare, infine, che le verifiche tecniche discendono da una serie di assunzioni derivate dall'analisi del progetto e dalle indagini geognostiche di campagna eseguite dalle Imprese incaricate. Qualora tali assunzioni perdano parte del loro significato a causa di una non corrispondenza del progetto all'effettiva realizzazione delle opere, o per una difformità tra le risultanze delle indagini di campagna e la

realtà del sottosuolo, le stesse verifiche perderebbero parte della loro attendibilità e dovranno pertanto essere aggiornate in corso d'opera. Pertanto si consiglia, in corso d'opera, la nomina del Direttore Operativo Geologo a supporto della DL, che dovrà controllare la rispondenza tra i Modelli Geologico e Geotecnico di riferimento assunti e la situazione effettiva, differendo di conseguenza i due Modelli e il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Il Geologo

*Dott. Mirko Demozzi*





## 10 ALLEGATI

Di seguito si allega:

- Indagini di Geoland Srl
  - Sondaggi stratigrafici (planimetria, stratigrafia, SPT, foto cassette, prove di Lefranc)
  - Prive di Lefranc
  - Analisi ambientali di laboratorio
- Laboratorio Servizio Geologico della PAT
  - Prove geofisiche MASW abbinata ad analisi HVSR
  - Prove a sismica a rifrazione

Committente - Progetto

**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO**

**LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLO STADIO DEL FONDO  
A LAGO DI TESERO – OLIMPIADI MILANO CORTINA 2026**



Oggetto

**SONDAGGI GEOGNOSTICI**

Località

**STADIO DEL FONDO – LAGO DI TESERO | COMUNE DI TESERO (TN)**

Data

**BOLZANO, LUGLIO 2022**

Allegato

1. Planimetria con ubicazione sondaggi
2. Stratigrafia
3. Foto cassette catalogatrici
4. Prove di permeabilità – Lefranc
5. Analisi di laboratorio

## **ALLEGATO**

Planimetria con  
ubicazione sondaggi





M 1:2.000

Lago di Tesero  
 Comune di Tesero (TN)

0 25 50 75 100 m

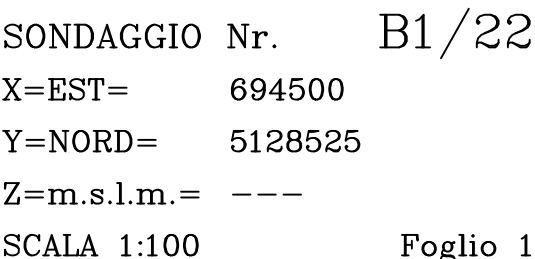







# **ALLEGATO**

Stratigrafia



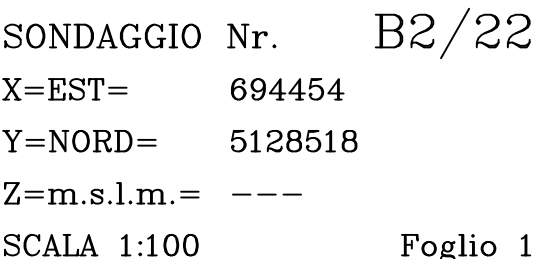


TIPO Sonda: NENZI GELMA 1

Carotiere semplice ø 101 mm	ø 127 mm				Sabbia bruna da debolmente limosa a limosa con locali clasti ghiaiosi.		100			
		2.40	2.40			1.50	100			
		3.10	5.50			5		Ghiaia grossolana poligenica eterometrica con frequenti ciottoli e sabbia grossolana.	3.00	100
									4.50	100
									6.00	100
									7.50	100
		3.10	5.50			5		Alternanze di limi argillosi e argille brune.	9.00	100
									10.00	100
		10.00	10.00			4.50	10		F.F. m 10.00	
			15							
			20							
			25							
			30							

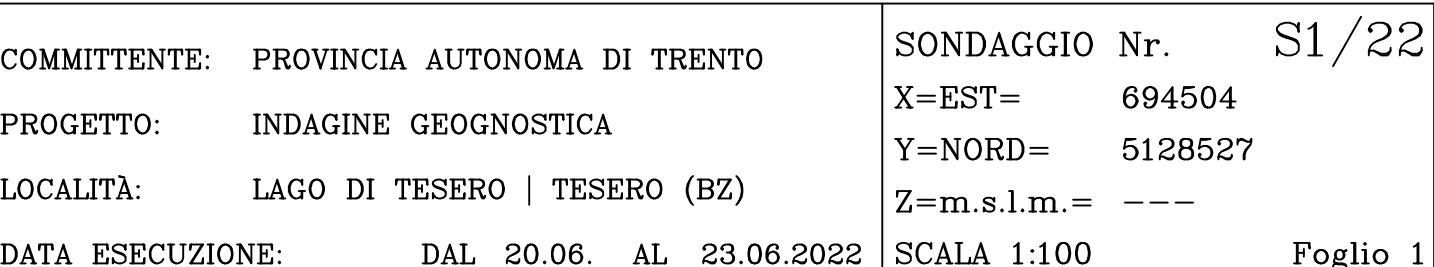
</

ELABORATO DA	DR. M. GEIER
IL DIRETTORE	DR. S. VALLE



TIPO Sonda: NENZI GELMA 1

**Coordinate espresse  
con il sistema UTM  
WGS 84.**

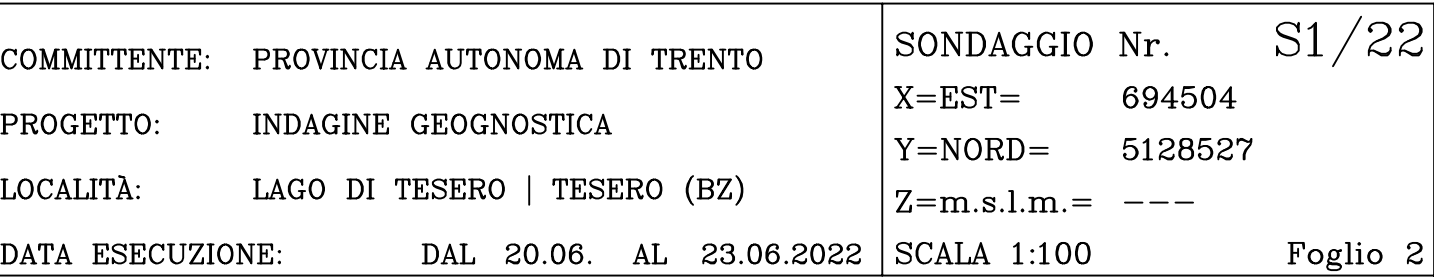


TIPO Sonda: NENZI GELMA 1

Tipo di perforazione	Rivestimento	Spessore strato [m]	Profondità [m]	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Lunghezza manovra [m]	<div><div></div><div>0</div><div>1000</div><div>1000</div><div>1000</div></div>	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	PROVE IN SITU					Quota falda [m]	Attrezzaggio	NOTE ED OSSERVAZIONI		
										Standard Penetration Test			Campioni	Prove in foro						
										Profondità [m]	Nr. Colpi				N.S.P.T.				Tipo di punta	
											0-15 cm	15-30 cm								30-45 cm

[illegible]

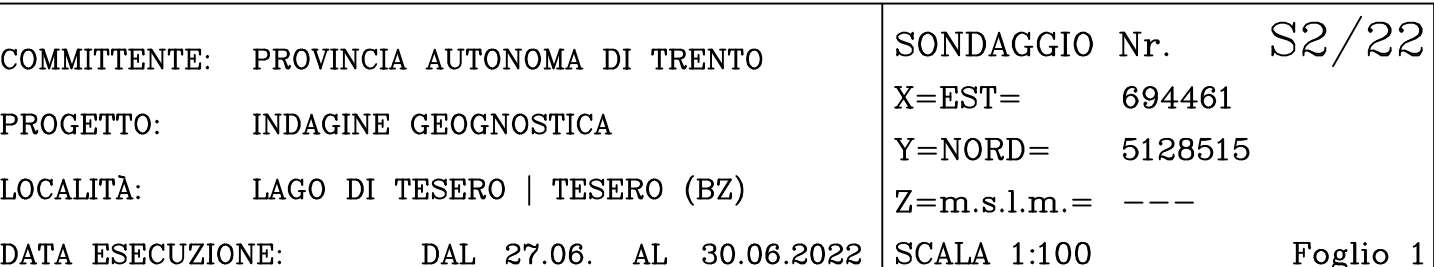




TIPO Sonda: NENZI GELMA 1

[illegible]

Carotiere semplice ø 101 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

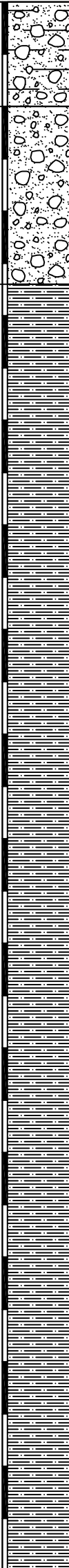

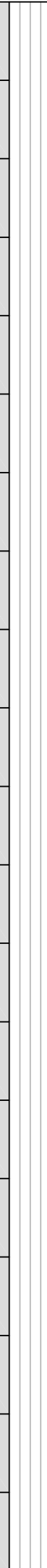

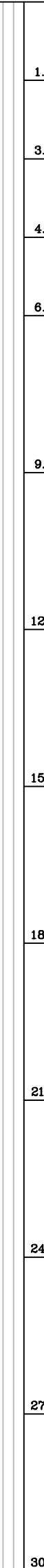
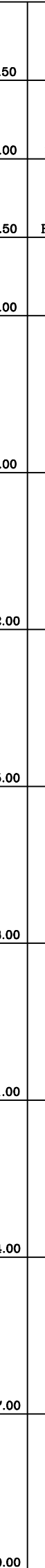
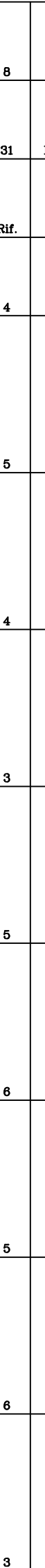
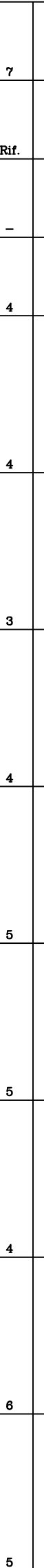
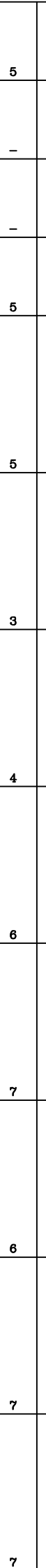
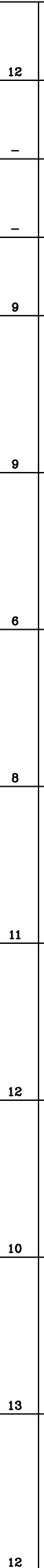
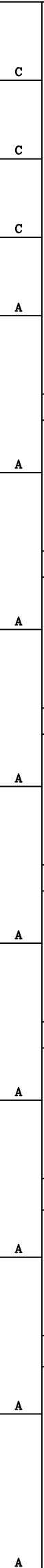

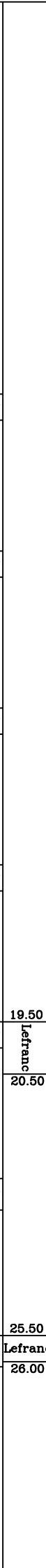
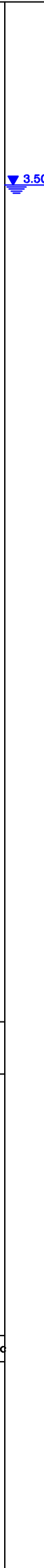
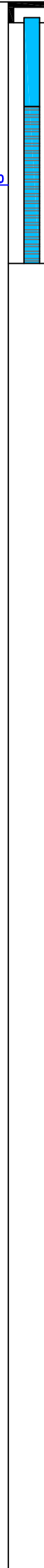
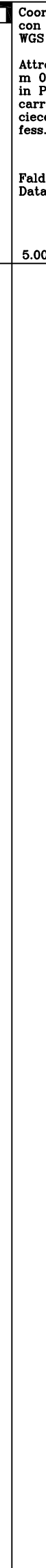








SUPERVISORE: DR. GEOL. S. VALLE

SONDATORE: SIG. M. MOGGIOL

TIPO Sonda: NENZI GELMA 1

[illegible]

Carotiere semplice ø 101 mm	ø 127 mm		2.00	2.00	Alternanze di ghiaia poligenica e sabbia grossolana debolmente limosa.	1.50	100																																																																																																														
-----------------------------	----------	--	------	------	--	------	-----	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA

GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

COMMITTENTE: PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

PROGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA

LOCALITÀ: LAGO DI TESERO | TESERO (BZ)

DATA ESECUZIONE: DAL 27.06. AL 30.06.2022

SONDAGGIO Nr. S2/22

X=EST= 694461

Y=NORD= 5128515

Z=m.s.l.m.= ---

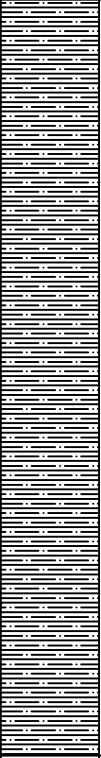
SCALA 1:100 Foglio 2

SUPERVISORE: DR. GEOL. S. VALLE

SONDATORE: SIG. M. MOGGIOL

TIPO SONDA: NENZI GELMA 1

Tipo di perforazione	Rivestimento	Spessore strato [m]	Profondità [m]	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Lunghezza manovra [m]	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	PROVE IN SITU						Quota falda [m]	Attrezzaggio	NOTE ED OSSERVAZIONI					
										Standard Penetration Test					Campioni	Prove in foro							
										Profondità [m]	Nr. Colpi			N.S.P.T.	Tipo di punta								
											0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm										

Carotiere semplice ø 101 mm	ø 127 mm	0.00	35			31.50	100											
						33.00	100			33.00	5	6	6	12	A			
						34.50	100										34.50	
							100										Lefranc	
						36.00	100			36.00	9	10	9	19	A		35.00	
						37.50	100											
							100											
						39.00	100			39.00	9	11	10	21	A			
							100											
						40.00												
40.00	40.00		40		F.F. m 40.00													
			45															
			50															
			55															
			60															

CERTIFICATO NR. S0140-22 08.07.2022

ELABORATO DA

IL DIRETTORE

DR. M. GEIER

DR. S. VALLE

## **ALLEGATO**

Foto cassette catalogatrici





Sondaggio: B1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)

Box 1 | m 0.00 ÷ 5.00





Sondaggio: B1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 2 | m 5.00 ÷ 10.00





Sondaggio: B2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)

Box 1 | m 0.00 ÷ 5.00





Sondaggio: B2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)

Box 2 | m 5.00 ÷ 10.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)

Box 1 | m 0.00 ÷ 5.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 2 | m 5.00 ÷ 10.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 3 | m 10.00 ÷ 15.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 4 | m 15.00 ÷ 20.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)

Box 5 | m 20.00 ÷ 25.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 6 | m 25.00 ÷ 30.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 7 | m 30.00 ÷ 35.00





Sondaggio: S1/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 8 | m 35.00 ÷ 40.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)

Box 1 | m 0.00 ÷ 5.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 2 | m 5.00 ÷ 10.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 3 | m 10.00 ÷ 15.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 4 | m 15.00 ÷ 20.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 5 | m 20.00 ÷ 25.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)

Box 6 | m 25.00 ÷ 30.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 7 | m 30.00 ÷ 35.00





Sondaggio: S2/22 | Lago di Tesero - Comune di Tesero (TN)  
Box 8 | m 35.00 ÷ 40.00



## **ALLEGATO**

Prova di permeabilità  
Lefranc







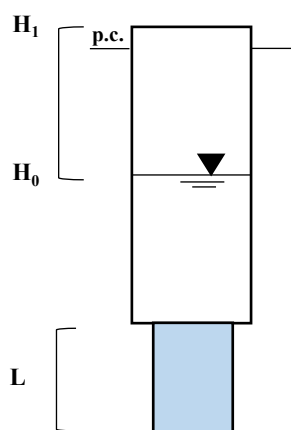
SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

VIA-ENRICO-FERMI-STR. 4 • 39100 BOLZANO-BOZEN • T. 0471/095460 • info@geoland.bz.it

<b>Prova Lefranc a carico costante</b> <b>Auffüllversuch mit konstanter Wassersäule</b>		Certificato Zertifikat	0141/K1/22 - 08/07/22
--	--	---------------------------	-----------------------

COMMITTENTE	Prov. Auton. di Trento	SONDAGGIO	S2/22
AUFTRAGGEBER		BOHRUNG	
LOCALITA'	Lago di Tesero - Sover (TN)	LIVELLO ACQUA da p.c (m)	3,10
LOKALITÄT		WASSERSPIEGEL ab Gok (m)	
DATA	28/06/2022	PROFONDITÀ PROVA (m)	19,50 ÷ 20,50
DATUM		VERSUCHSABSCHNITT (m)	

	Sporgenza tubo da p.c. <i>Differenz ROK/GOK</i>	m	0,25
<i>D</i>	Diametro tratto di prova <i>Durchmesser im Versuchsabschnitt</i>	m	0,101
<i>L</i>	Altezza finestra <i>Versuchsabschnitt</i>	m	1,00
<i>F</i>	Coefficiente di forma <i>Formfaktor</i>	$2\pi L / \log_e(L/D + \sqrt{1 + (L/D)^2})$	2,152
<i>H<sub>1</sub></i>	Livello acqua durante la prova da bocca foro <i>Wasserspiegel während der Probe ab ROK</i>	m	0,00
<i>H<sub>0</sub></i>	Quota falda prima della prova da bocca foro <i>Wasserspiegel zu Beginn der Probe ab ROK</i>	m	3,35
<i>H</i>	Altezza colonna H <sub>2</sub> O <i>Wassersäule</i>	m	3,35
<i>Q</i>	Portata <i>Schüttung</i>	l/min	32,59
<i>K</i>	Permeabilità <i>Permeabilität</i>	$Q/(F \cdot H)$	m/sec 7,53E-05



Contalitri Wasserzähler [l]	Tempo Zeit [min]	Portata Schüttung [l/min]
0,00	0	
68,00	2	34,00
136,00	4	34,00
202,00	6	33,67
269,00	8	33,63
336,00	10	33,60
404,00	12	33,67
470,00	15	31,33
536,00	20	26,80
601,00	30	20,03

Portata Schüttung	Ø	l/min m <sup>3</sup> /s	32,59 5,43E-04
----------------------	---	----------------------------	-------------------



Il Direttore - Der Direktor      Dr. Geol. Stefano Valle  
Sperimentatore - Bearbeiter      Dr. Geol. Roland Pilser



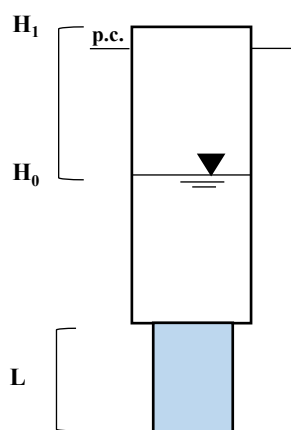
SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

VIA-ENRICO-FERMI-STR. 4 • 39100 BOLZANO-BOZEN • T. 0471/095460 • info@geoland.bz.it

<b>Prova Lefranc a carico costante</b> <b>Auffüllversuch mit konstanter Wassersäule</b>	Certificato Zertifikat	0142/K1/22 - 08/07/22
--	---------------------------	-----------------------

COMMITTENTE	Prov. Auton. di Trento	SONDAGGIO	S2/22
AUFTRAGGEBER		BOHRUNG	
LOCALITA'	Lago di Tesero - Sover (TN)	LIVELLO ACQUA da p.c (m)	3,15
LOKALITÄT		WASSERSPIEGEL ab Gok (m)	
DATA	29/06/2022	PROFONDITÀ PROVA (m)	25,50 ÷ 26,00
DATUM		VERSUCHSABSCHNITT (m)	

	Sporgenza tubo da p.c. <i>Differenz ROK/GOK</i>	m	0,25
<i>D</i>	Diametro tratto di prova <i>Durchmesser im Versuchsabschnitt</i>	m	0,101
<i>L</i>	Altezza finestra <i>Versuchsabschnitt</i>	m	0,50
<i>F</i>	Coefficiente di forma <i>Formfaktor</i>	$2\pi L / \log_e(L/D + \sqrt{1 + (L/D)^2})$	1,306
<i>H<sub>1</sub></i>	Livello acqua durante la prova da bocca foro <i>Wasserspiegel während der Probe ab ROK</i>	m	0,00
<i>H<sub>0</sub></i>	Quota falda prima della prova da bocca foro <i>Wasserspiegel zu Beginn der Probe ab ROK</i>	m	3,40
<i>H</i>	Altezza colonna H <sub>2</sub> O <i>Wassersäule</i>	m	3,40
<i>Q</i>	Portata <i>Schüttung</i>	l/min	31,51
<i>K</i>	Permeabilità <i>Permeabilität</i>	$Q/(F \cdot H)$	m/sec 1,18E-04



Contalitri Wasserzähler [l]	Tempo Zeit [min]	Portata Schüttung [l/min]
0,00	0	
65,00	2	32,50
130,00	4	32,50
196,00	6	32,67
261,00	8	32,63
326,00	10	32,60
391,00	12	32,58
457,00	15	30,47
522,00	20	26,10
587,00	30	19,57

Portata Schüttung	Ø	l/min m <sup>3</sup> /s	31,51 5,25E-04
----------------------	---	----------------------------	-------------------



Il Direttore - Der Direktor      Dr. Geol. Stefano Valle  
Sperimentatore - Bearbeiter      Dr. Geol. Roland Pilser

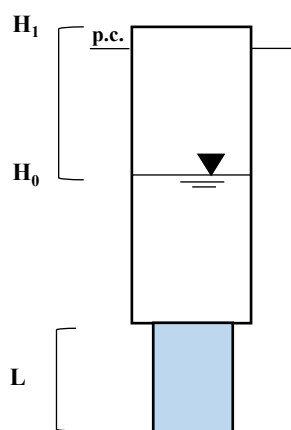


SONDAGGI GEOGNOSTICI SU TERRENI E ROCCIA  
GEOGNOSTISCHE BOHRUNGEN IN LOCKER- UND FESTGESTEIN

VIA-ENRICO-FERMI-STR. 4 • 39100 BOLZANO-BOZEN • T. 0471/095460 • info@geoland.bz.it

Prova Lefranc a carico costante <i>Auffüllversuch mit konstanter Wassersäule</i>		Certificato <i>Zertifikat</i>	0143/K1/22 - 08/07/22	
COMMITTENTE	Prov. Auton. di Trento	SONDAGGIO	S2/22	
AUFTRAGGEBER		BOHRUNG		
LOCALITA'	Lago di Tesero - Sover (TN)	LIVELLO ACQUA da p.c (m)	3,10	
LOKALITÄT		WASSERSPIEGEL ab Gok (m)		
DATA	30/06/2022	PROFONDITÀ PROVA (m)	34,50	÷ 35,00
DATUM		VERSUCHSABSCHNITT (m)		

	Sporgenza tubo da p.c. <i>Differenz ROK/GOK</i>	m	0,27
<i>D</i>	Diametro tratto di prova <i>Durchmesser im Versuchsabschnitt</i>	m	0,101
<i>L</i>	Altezza finestra <i>Versuchsabschnitt</i>	m	0,50
<i>F</i>	Coefficiente di forma <i>Formfaktor</i>	$2\pi L / \log_e(L/D + \sqrt{1 + (L/D)^2})$	1,306
<i>H<sub>1</sub></i>	Livello acqua durante la prova da bocca foro <i>Wasserspiegel während der Probe ab ROK</i>	m	0,00
<i>H<sub>0</sub></i>	Quota falda prima della prova da bocca foro <i>Wasserspiegel zu Beginn der Probe ab ROK</i>	m	3,37
<i>H</i>	Altezza colonna H <sub>2</sub> O <i>Wassersäule</i>	m	3,37
<i>Q</i>	Portata <i>Schüttung</i>	l/min	30,07
<i>K</i>	Permeabilità <i>Permeabilität</i>	$Q/(F \cdot H)$	m/sec 1,14E-04



Contalitri <i>Wasserzähler</i> [l]	Tempo <i>Zeit</i> [min]	Portata <i>Schüttung</i> [l/min]
0,00	0	
62,00	2	31,00
124,00	4	31,00
187,00	6	31,17
249,00	8	31,13
311,00	10	31,10
374,00	12	31,17
436,00	15	29,07
498,00	20	24,90
560,00	30	18,67

Portata <i>Schüttung</i>	Ø	l/min m <sup>3</sup> /s	30,07 5,01E-04
-----------------------------	---	----------------------------	-------------------



Il Direttore - Der Direktor      Dr. Geol. Stefano Valle  
Sperimentatore - Bearbeiter      Dr. Geol. Roland Pilser



# **ALLEGATO**

Analisi di laboratorio



## Rapporto di prova n°: 22LA05743 del 26/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 0.50 - 1.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **20/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>8,0</b>			±0,6
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>69,6</b>			±5,2
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>6,0</b>	50	20	±1,6
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,6</b>	250	20	±1,2
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>8,1</b>	800	150	±2,1
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 + APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 4,0</b>	500	120	
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>16</b>	1000	100	±3
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>13,9</b>	600	120	±2,6

segue Rapporto di prova n°: **22LA05743** del **26/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>49</b>	1500      150	±9
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>14,2</b>	750      50	±1,9

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA      (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05743**



## Rapporto di prova n°: 22LA05744 del 26/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 0.50 - 1.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **26/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) (*) UNI EN 12457-2:2004		Di seguito		
*pH UNI EN ISO 10523:2012	unità di pH	7,7		
Fluoruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L F	0,56	1,5	±0,06
Cloruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L Cl	0,5		±0,1
Nitrati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L NO3	2,9		±0,3
Solfati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L SO4	6,3	250	±0,8
*Cianuri APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	µg/L CN	< 10	50	
Arsenico UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	4,1	10	±0,6
*Bario UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	725		±89
*Berillio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	0,5	4	±0,1
Cadmio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 0,25	5	

segue Rapporto di prova n°: **22LA05744** del **26/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Cobalto UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>1,5</b>	50	±0,5
Cromo totale UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>1,0</b>	50	±0,4
*Mercurio EPA 7471B 2007	µg/L	<b>&lt; 0,05</b>	1	
*Nichel UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 2,0</b>	20	
Piombo UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b><u>11,0</u></b>	10	±1,5
Rame UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>15</b>	1000	±2
Selenio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 1,0</b>	10	
*Vanadio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>5,4</b>		±0,7
Zinco UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>320,0</b>	3000	±49,0
*Note alla prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) UNI EN 12457-2:2004		<b>Vedi nota</b>		

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/2006 SOGU n° 88 14/04/2006 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 2

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta **NON CONFORME**.

La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.

segue Rapporto di prova n°: **22LA05744** del **26/07/2022**

**Note:**

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

COMMENTI e ALLEGATI: Note aggiuntive richieste dalla Norma europea UNI-EN 12457-2:2004:

- data di avvio della prova di lisciviazione: 12/07/2022
- massa grezza di campione utilizzata: 97.8 g
- volume di agente liscivante: 892.2 ml
- temperatura ambiente durante il test  $T_{min} = 18.0^{\circ}C$  ;  $T_{max} = 25.0$
- frazione ottenuta mediante setacciatura: 79.4 %
- frazione maggiore di 4 mm: 20.6 %
- frazione non macinabile: 0.0 %
- frazione macinata: 20.6 %
- umidità della frazione macinata: 8.0 %
- temperatura dell'eluato a fine lisciviazione: 24.6 °C
- pH dell'eluato a fine lisciviazione: 7,7 unità di pH
- Conduttività dell'eluato a fine lisciviazione: 51  $\mu S/cm$

Apparecchiature utilizzate per il test: Setaccio da 4 mm; Bilancia tecnica (A-262); Rotore (A-261);  
Stufa (A-282); Centrifuga (A-250); Termometro (A-354)  
Termometro di massima e minima; Titolatore automatico (A-271).

Data effettuazione ultima prova in bianco: 23/06/2022

NB. I dati relativi ai limiti di rilevabilità ed agli esiti della prova in bianco sono a disposizione e forniti a richiesta del Cliente.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05744**



## Rapporto di prova n°: 22LA05745 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 1.50 - 2.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>7,3</b>			±0,6
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>71,5</b>			±5,4
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>7,1</b>	50	20	±1,8
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>7,3</b>	250	20	±1,5
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>10,3</b>	800	150	±2,5
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>4,3</b>	500	120	±1,0
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>15</b>	1000	100	±3
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>7,1</b>	600	120	±1,3

segue Rapporto di prova n°: **22LA05745** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>41</b>	1500 150	±8
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05745**

**Rapporto di prova n°: 22LA05746 del 26/07/2022**

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

**Dati relativi al campione**Prodotto/Matrice: **Terreni**Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 1.50 - 2.50 metri**Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **26/07/2022****Dati di campionamento**Data prelievo: **07/07/2022**Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) (*) UNI EN 12457-2:2004		<b>Di seguito</b>		
*pH UNI EN ISO 10523:2012	unità di pH	<b>8,0</b>		
Fluoruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L F	<b>0,43</b>	1,5	±0,05
Cloruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L Cl	<b>0,5</b>		±0,1
Nitrati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L NO3	<b>0,4</b>		±0,2
Solfati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L SO4	<b>7,9</b>	250	±0,9
*Cianuri APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	µg/L CN	<b>&lt; 10</b>	50	
Arsenico UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>1,7</b>	10	±0,3
*Bario UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>614</b>		±76
*Berillio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 0,50</b>	4	
Cadmio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 0,25</b>	5	



segue Rapporto di prova n°: **22LA05746** del **26/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Cobalto UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 0,50	50	
Cromo totale UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 0,50	50	
*Mercurio EPA 7471B 2007	µg/L	< 0,05	1	
*Nichel UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 2,0	20	
Piombo UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 1,0	10	
Rame UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	5,7	1000	±0,9
Selenio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 1,0	10	
*Vanadio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 2,5		
Zinco UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	230,0	3000	±34,0
*Note alla prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) UNI EN 12457-2:2004		Vedi nota		

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/2006 SOGU n° 88 14/04/2006 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 2

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':**

Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta **CONFORME**.  
La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.

segue Rapporto di prova n°: **22LA05746** del **26/07/2022**

**Note:**

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

COMMENTI e ALLEGATI: Note aggiuntive richieste dalla Norma europea UNI-EN 12457-2:2004:

- data di avvio della prova di lisciviazione: 12/07/2022
- massa grezza di campione utilizzata: 97.1 g
- volume di agente liscivante: 892.9 ml
- temperatura ambiente durante il test  $T_{min} = 18.0^{\circ}\text{C}$  ;  $T_{max} = 25.0$
- frazione ottenuta mediante setacciatura: 79.5 %
- frazione maggiore di 4 mm: 20.5 %
- frazione non macinabile: 0.0 %
- frazione macinata: 20.5 %
- umidità della frazione macinata: 7.3 %
- temperatura dell'eluato a fine lisciviazione: 24.6 °C
- pH dell'eluato a fine lisciviazione: 8,0 unità di pH
- Conduttività dell'eluato a fine lisciviazione: 51  $\mu\text{S/cm}$

Apparecchiature utilizzate per il test: Setaccio da 4 mm; Bilancia tecnica (A-262); Rotore (A-261);  
Stufa (A-282); Centrifuga (A-250); Termometro (A-354)  
Termometro di massima e minima; Titolatore automatico (A-271).

Data effettuazione ultima prova in bianco: 23/06/2022

NB. I dati relativi ai limiti di rilevabilità ed agli esiti della prova in bianco sono a disposizione e forniti a richiesta del Cliente.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05746**

## Rapporto di prova n°: 22LA05747 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 2.50 - 3.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>1,6</b>			±0,1
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>46,3</b>			±3,5
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>3,3</b>	50	20	±0,9
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>65</b>	250	20	±12
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>15,0</b>	800	150	±3,6
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>7,7</b>	500	120	±1,7
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>4</b>	1000	100	±1
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>60,0</b>	600	120	±11,0



segue Rapporto di prova n°: **22LA05747** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>54</b>	1500 150	±10
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta NON CONFORME.**

**La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

#### Il Responsabile del Laboratorio

*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05747**

## Rapporto di prova n°: 22LA05748 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 3.50 - 4.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>0,8</b>			±0,1
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>42,6</b>			±3,2
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>2,6</b>	50	20	±0,8
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>23</b>	250	20	±4
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>9,9</b>	800	150	±2,4
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,3</b>	500	120	±1,2
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>4</b>	1000	100	±1
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>36,4</b>	600	120	±6,6

segue Rapporto di prova n°: **22LA05748** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>35</b>	1500 150	±7
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta **NON CONFORME**.

La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

#### Il Responsabile del Laboratorio

Visintainer dott. Marco

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05748**



## Rapporto di prova n°: 22LA05749 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 4.50 - 5.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>1,4</b>			±0,1
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>39,2</b>			±2,9
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>3,1</b>	50	20	±0,9
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>699</b>	250	20	±130
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>22,1</b>	800	150	±5,1
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,4</b>	500	120	±1,2
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>3</b>	1000	100	±1
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>41,2</b>	600	120	±7,5

segue Rapporto di prova n°: **22LA05749** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>36</b>	1500      150	±7
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750      50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA      (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta **NON CONFORME**.

La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

#### Il Responsabile del Laboratorio

Visintainer dott. Marco

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05749**

## Rapporto di prova n°: 22LA05750 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 5.50 - 6.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>18,9</b>			±1,5
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>99,6</b>			±7,5
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>11,7</b>	50	20	±2,9
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>16</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>23,8</b>	800	150	±5,5
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>18,7</b>	500	120	±3,9
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>29</b>	1000	100	±6
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>28,2</b>	600	120	±5,2



segue Rapporto di prova n°: **22LA05750** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>69</b>	1500 150	±13
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>13,8</b>	750 50	±1,9

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05750**

## Rapporto di prova n°: 22LA05751 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 6.50 - 7.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>17,5</b>			±1,4
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>99,6</b>			±7,5
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>12,2</b>	50	20	±3,1
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>14</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>24,6</b>	800	150	±5,6
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>17,7</b>	500	120	±3,7
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>28</b>	1000	100	±5
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>25,1</b>	600	120	±4,6

segue Rapporto di prova n°: **22LA05751** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>67</b>	1500 150	±12
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05751**



## Rapporto di prova n°: 22LA05752 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 7.50 - 8.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>15,6</b>			±1,2
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>99,8</b>			±7,5
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>11,8</b>	50	20	±2,9
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>14</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>23,2</b>	800	150	±5,3
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>16,9</b>	500	120	±3,5
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>27</b>	1000	100	±5
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>21,3</b>	600	120	±3,9

segue Rapporto di prova n°: **22LA05752** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>66</b>	1500 150	±12
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>25,1</b>	750 50	±3,4

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05752**

## Rapporto di prova n°: 22LA05775 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B1/22 - profondità 8.50 - 9.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>15,4</b>			±1,2
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>99,1</b>			±7,4
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>12,8</b>	50	20	±3,2
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>13</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>25,0</b>	800	150	±5,7
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>17,5</b>	500	120	±3,7
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>27</b>	1000	100	±5
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>24,9</b>	600	120	±4,6



segue Rapporto di prova n°: **22LA05775** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>64</b>	1500 150	±12
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>20,5</b>	750 50	±2,8

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05775**

## Rapporto di prova n°: 22LA05753 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 0.50 - 1.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>8,1</b>			±0,6
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>65,6</b>			±4,9
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>4,6</b>	50	20	±1,3
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>4,9</b>	250	20	±1,1
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,2</b>	800	150	±1,4
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 4,0</b>	500	120	
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>11</b>	1000	100	±2
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 2,0</b>	600	120	

segue Rapporto di prova n°: **22LA05753** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>33</b>	1500 150	±6
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05753**



## Rapporto di prova n°: 22LA05754 del 26/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 0.50 - 1.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **26/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) (*) UNI EN 12457-2:2004		Di seguito		
*pH UNI EN ISO 10523:2012	unità di pH	7,8		
Fluoruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L F	0,41	1,5	±0,05
Cloruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L Cl	0,4		±0,1
Nitrati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L NO3	2,9		±0,3
Solfati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L SO4	7,5	250	±0,9
*Cianuri APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	µg/L CN	< 10	50	
Arsenico UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	4,1	10	±0,6
*Bario UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	676		±84
*Berillio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 0,50	4	
Cadmio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 0,25	5	

segue Rapporto di prova n°: **22LA05754** del **26/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Cobalto UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 0,50	50	
Cromo totale UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 0,50	50	
*Mercurio EPA 7471B 2007	µg/L	< 0,05	1	
*Nichel UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 2,0	20	
Piombo UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	1,2	10	±0,2
Rame UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	4,7	1000	±0,8
Selenio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 1,0	10	
*Vanadio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	< 2,5		
Zinco UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	170,0	3000	±26,0
*Note alla prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) UNI EN 12457-2:2004		Vedi nota		

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/2006 SOGU n° 88 14/04/2006 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 2

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta **CONFORME**.  
La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.

segue Rapporto di prova n°: **22LA05754** del **26/07/2022****Note:**

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**COMMENTI e ALLEGATI:** Note aggiuntive richieste dalla Norma europea UNI-EN 12457-2:2004:

- data di avvio della prova di lisciviazione: 12/07/2022
- massa grezza di campione utilizzata: 97.9 g
- volume di agente liscivante: 892.1 ml
- temperatura ambiente durante il test  $T_{min} = 18.0^{\circ}\text{C}$  ;  $T_{max} = 25.0$
- frazione ottenuta mediante setacciatura: 74.4 %
- frazione maggiore di 4 mm: 25.6 %
- frazione non macinabile: 0.0 %
- frazione macinata: 25.6 %
- umidità della frazione macinata: 8.1 %
- temperatura dell'eluato a fine lisciviazione: 24.6 °C
- pH dell'eluato a fine lisciviazione: 7,8 unità di pH
- Conduttività dell'eluato a fine lisciviazione: 52  $\mu\text{S/cm}$

Apparecchiature utilizzate per il test: Setaccio da 4 mm; Bilancia tecnica (A-262); Rotore (A-261);  
Stufa (A-282); Centrifuga (A-250); Termometro (A-354);  
Termometro di massima e minima; Titolatore automatico (A-271).

Data effettuazione ultima prova in bianco: 23/06/2022

NB. I dati relativi ai limiti di rilevabilità ed agli esiti della prova in bianco sono a disposizione e forniti a richiesta del Cliente.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05754**



## Rapporto di prova n°: 22LA05755 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 1.50 - 2.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>8,4</b>			±0,7
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>61,5</b>			±4,6
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>6,2</b>	50	20	±1,6
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>8,6</b>	250	20	±1,8
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>11,4</b>	800	150	±2,8
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>4,6</b>	500	120	±1,0
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>10</b>	1000	100	±2
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,8</b>	600	120	±1,1

segue Rapporto di prova n°: **22LA05755** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>33</b>	1500 150	±6
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05755**

**Rapporto di prova n°: 22LA05756 del 26/07/2022**

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

**Dati relativi al campione**Prodotto/Matrice: **Terreni**Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 1.50 - 2.50 metri**Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **26/07/2022****Dati di campionamento**Data prelievo: **07/07/2022**Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) (*) UNI EN 12457-2:2004		<b>Di seguito</b>		
*pH UNI EN ISO 10523:2012	unità di pH	<b>8,4</b>		
Fluoruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L F	<b>0,36</b>	1,5	±0,05
Cloruri UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L Cl	<b>0,4</b>		±0,1
Nitrati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L NO3	<b>1,4</b>		±0,2
Solfati UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/L SO4	<b>7,2</b>	250	±0,8
*Cianuri APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	µg/L CN	<b>&lt; 10</b>	50	
Arsenico UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>4,8</b>	10	±0,7
*Bario UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>1030</b>		±130
*Berillio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 0,50</b>	4	
Cadmio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 0,25</b>	5	



segue Rapporto di prova n°: **22LA05756** del **26/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti	Incertezza
*Cobalto UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>6,8</b>	50	±0,8
Cromo totale UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 0,50</b>	50	
*Mercurio EPA 7471B 2007	µg/L	<b>&lt; 0,05</b>	1	
*Nichel UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 2,0</b>	20	
Piombo UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 1,0</b>	10	
Rame UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>6,5</b>	1000	±1,0
Selenio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>&lt; 1,0</b>	10	
*Vanadio UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>2,9</b>		±0,5
Zinco UNI EN ISO 17294-2 2016	µg/L	<b>270,0</b>	3000	±41,0
*Note alla prova di lisciviazione in acqua (D.M. 05/04/06 n. 186) UNI EN 12457-2:2004		<b>Vedi nota</b>		

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/2006 SOGU n° 88 14/04/2006 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 2

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta **CONFORME**.  
La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.

segue Rapporto di prova n°: **22LA05756** del **26/07/2022**

**Note:**

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

COMMENTI e ALLEGATI: Note aggiuntive richieste dalla Norma europea UNI-EN 12457-2:2004:

- data di avvio della prova di lisciviazione: 12/07/2022
- massa grezza di campione utilizzata: 98.3 g
- volume di agente liscivante: 891.7 ml
- temperatura ambiente durante il test  $T_{min} = 18.0^{\circ}C$  ;  $T_{max} = 25.0$
- frazione ottenuta mediante setacciatura: 71.0 %
- frazione maggiore di 4 mm: 29.0 %
- frazione non macinabile: 0.0 %
- frazione macinata: 29.0 %
- umidità della frazione macinata: 8.4 %
- temperatura dell'eluato a fine lisciviazione: 24.6 °C
- pH dell'eluato a fine lisciviazione: 8,4 unità di pH
- Conduttività dell'eluato a fine lisciviazione: 72  $\mu S/cm$

Apparecchiature utilizzate per il test: Setaccio da 4 mm; Bilancia tecnica (A-262); Rotore (A-261);  
Stufa (A-282); Centrifuga (A-250); Termometro (A-354)  
Termometro di massima e minima; Titolatore automatico (A-271).

Data effettuazione ultima prova in bianco: 23/06/2022

NB. I dati relativi ai limiti di rilevabilità ed agli esiti della prova in bianco sono a disposizione e forniti a richiesta del Cliente.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05756**

## Rapporto di prova n°: 22LA05757 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 2.50 - 3.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>0,7</b>			±0,1
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>49,2</b>			±3,7
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>3,5</b>	50	20	±1,0
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>9,7</b>	250	20	±2,0
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>12,0</b>	800	150	±2,9
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,7</b>	500	120	±1,3
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5</b>	1000	100	±1
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>16,9</b>	600	120	±3,1



segue Rapporto di prova n°: **22LA05757** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>29</b>	1500      150	±6
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750      50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA      (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05757**

## Rapporto di prova n°: 22LA05758 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 3.50 - 4.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>0,3</b>			
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>35,9</b>			±2,7
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>2,8</b>	50	20	±0,8
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>15</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>8,9</b>	800	150	±2,2
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,0</b>	500	120	±1,1
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>3</b>	1000	100	±1
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>46,6</b>	600	120	±8,5

segue Rapporto di prova n°: **22LA05758** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>43</b>	1500 150	±8
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>33,3</b>	750 50	±4,5

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05758**



## Rapporto di prova n°: 22LA05759 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 4.50 - 5.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>0,4</b>			
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>48,2</b>			±3,6
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>3,7</b>	50	20	±1,0
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>17</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>12,5</b>	800	150	±3,0
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5,8</b>	500	120	±1,3
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>5</b>	1000	100	±1
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>120,0</b>	600	120	±22,0

segue Rapporto di prova n°: **22LA05759** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>87</b>	1500 150	±16
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>16,1</b>	750 50	±2,2

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05759**

## Rapporto di prova n°: 22LA05760 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 5.50 - 6.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>9,2</b>			±0,7
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>99,7</b>			±7,5
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>10,1</b>	50	20	±2,5
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>13</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>23,7</b>	800	150	±5,4
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>14,2</b>	500	120	±3,0
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>20</b>	1000	100	±4
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>22,8</b>	600	120	±4,2



segue Rapporto di prova n°: **22LA05760** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>54</b>	1500 150	±10
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>17,7</b>	750 50	±2,4

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05760**

## Rapporto di prova n°: 22LA05761 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 6.50 - 7.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>10,0</b>			±0,8
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>47,3</b>			±3,5
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>4,5</b>	50	20	±1,2
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>6,3</b>	250	20	±1,3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>10,5</b>	800	150	±2,6
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>6,9</b>	500	120	±1,5
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>8</b>	1000	100	±2
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>10,3</b>	600	120	±1,9

segue Rapporto di prova n°: **22LA05761** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>25</b>	1500 150	±5
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05761**



## Rapporto di prova n°: 22LA05762 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 7.50 - 8.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>5,8</b>			±0,5
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>99,1</b>			±7,4
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>9,5</b>	50	20	±2,4
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>13</b>	250	20	±3
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>21,9</b>	800	150	±5,0
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>14,2</b>	500	120	±3,0
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>18</b>	1000	100	±3
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>23,1</b>	600	120	±4,2

segue Rapporto di prova n°: **22LA05762** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>51</b>	1500 150	±9
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>&lt; 10</b>	750 50	

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05762**

## Rapporto di prova n°: 22LA05776 del 25/07/2022

Spett.  
**GEOLAND Srl**  
Via Enrico Fermi, 4  
39100 BOLZANO (BZ)

### Dati relativi al campione

Prodotto/Matrice: **Terreni**

Descrizione: **Campione di terra e rocce da scavo denominato B2/22 - profondità 8.50 - 9.50 metri**

Data di consegna al Laboratorio: **07/07/2022**

Data inizio analisi: **07/07/2022** Data fine analisi: **25/07/2022**

### Dati di campionamento

Data prelievo: **07/07/2022**

Prelevato da: **Cliente**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)		Incertezza
*Umidità % UNI EN 14346-B:2007	% p/p	<b>9,7</b>			±0,8
*Aliquota di granulometria < 2 mm D.M. 13/09/1999 G.U. n. 248 Metodo II.1	% p/p	<b>98,6</b>			±7,4
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>9,1</b>	50	20	±2,3
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>&lt; 0,2</b>	15	2	
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>11</b>	250	20	±2
*Cromo esavalente EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg SS	<b>&lt; 0,5</b>	15	2	
Cromo totale EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>21,8</b>	800	150	±5,0
Mercurio UNI EN 13657:2004 par.6.1 +APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003	mg/kg SS	<b>&lt; 0,1</b>	5	1	
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>11,3</b>	500	120	±2,4
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>15</b>	1000	100	±3
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>16,2</b>	600	120	±3,0



segue Rapporto di prova n°: **22LA05776** del **25/07/2022**

Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Limiti (1) - Limiti (2)	Incertezza
Zinco EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg SS	<b>44</b>	1500 150	±8
* Idrocarburi pesanti (C > 12) UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg SS	<b>12,6</b>	750 50	±1,7

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA    (\*\*): Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Limiti:

D.Lgs. n° 152 del 03/04/06 SOGU n° 88 P.te IV Tit. V All. 5 Tab. 1 Col. A (Lim. 2) + Col. B (Lim. 1)

#### DICHIARAZIONE DI CONFORMITA':

**Per le prove effettuate sul campione e per le quali è riportato un valore parametrico limite, il campione risulta CONFORME. La regola decisionale applicata dal Laboratorio e concordata con il Cliente per la dichiarazione di conformità, prevede che il confronto con i Limiti riportati non tenga conto dell'incertezza di misura e del rischio specifico valutato.**

Note:

- 1) Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.
- 2) Il campione NON viene conservato dopo l'emissione del presente Rapporto di Prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 3) Quando riportata, per il presente documento l'incertezza è: per le prove chimiche l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura  $k = 2$  ad un livello di confidenza approssimativamente del 95%; per le prove microbiologiche l'incertezza espressa come intervallo di confidenza al 95% e calcolata in accordo con la UNI EN ISO 8199:2018.
- 4) Il confronto con i limiti di Legge NON tiene conto dei valori di incertezza della prova, salvo accordi diversi con il Cliente o disposizioni cogenti di norme o Leggi.
- 5) Il Laboratorio non si assume la responsabilità per i dati relativi al campionamento e/o le prove dichiarati dal Cliente e qualsiasi suo intermediario riportati sul presente Rapporto di prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
- 6) Il Verbale di prelievo da cui origina il presente Rapporto di prova è individuabile univocamente dalla data di prelievo e dal numero del campione che corrisponde alla parte numerica finale del N° di Rapporto di prova.
- 7) Il documento originale è in formato elettronico e con firma digitale del Responsabile di Laboratorio o suo Sostituto. Qualsiasi stampa è COPIA dell'originale.

**Il Responsabile del Laboratorio**  
*Visintainer dott. Marco*

Il documento è firmato digitalmente

Fine del rapporto di prova n° **22LA05776**



## PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE FORESTE E FAUNA

SERVIZIO GEOLOGICO

**LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLO STADIO DEL FONDO A LAGO DI TESERO UNITÀ  
FUNZIONALE 1 – OLIMPIADI MILANO CORTINA 2026**

**INTEGRAZIONI GEOFISICHE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COMMITTENTE:

APOP – Agenzia Provinciale Opere Pubbliche  
Servizio Opere Civili della Provincia Autonoma di  
Trento

RELATORE:

Dott. Geol. Gislimberti Lorenzo

visto:

IL DIRETTORE:

Dott. Geol. Alessandro Moltrer

Trento, agosto 2022





## Indice generale

1. PREMESSA:.....	4
2. INDAGINI DISPONIBILI e TECNICHE IMPIEGATE.....	5
2.1 Esiti delle indagini geofisiche.....	9
2.2 Caratteristiche sismiche dell'area di progetto.....	13
2.3 Correlazione indagini geofisiche e parametri geotecnici del terreno.....	14
Calcolo del Peso di Volume in funzione della velocità delle onde S ( $\gamma$ -Vs).....	15
Calcolo dell'Angolo di Attrito Interno in funzione della velocità delle onde S normalizzate ( $\phi$ -Vs1).....	16
Calcolo del Modulo di Taglio iniziale in funzione velocità delle onde S ( $G_{MAX}$ -Vs).....	18
3. CONCLUSIONI.....	19

## 1. PREMESSA:

Su richiesta APOP – Agenzia Provinciale Opere Pubbliche Servizio Opere Civili della Provincia Autonoma di Trento è stata condotta una campagna di indagine geofisica e geologica nell’ambito della fase di progettazione definitiva degli interventi di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero in previsione delle olimpiadi Milano-Cortina 2026 Unità Funzionale 1.

Il documento fornisce informazioni stratigrafiche e sismiche utili all'elaborazione della Relazione Geologica e Geotecnica di riferimento progettuale.

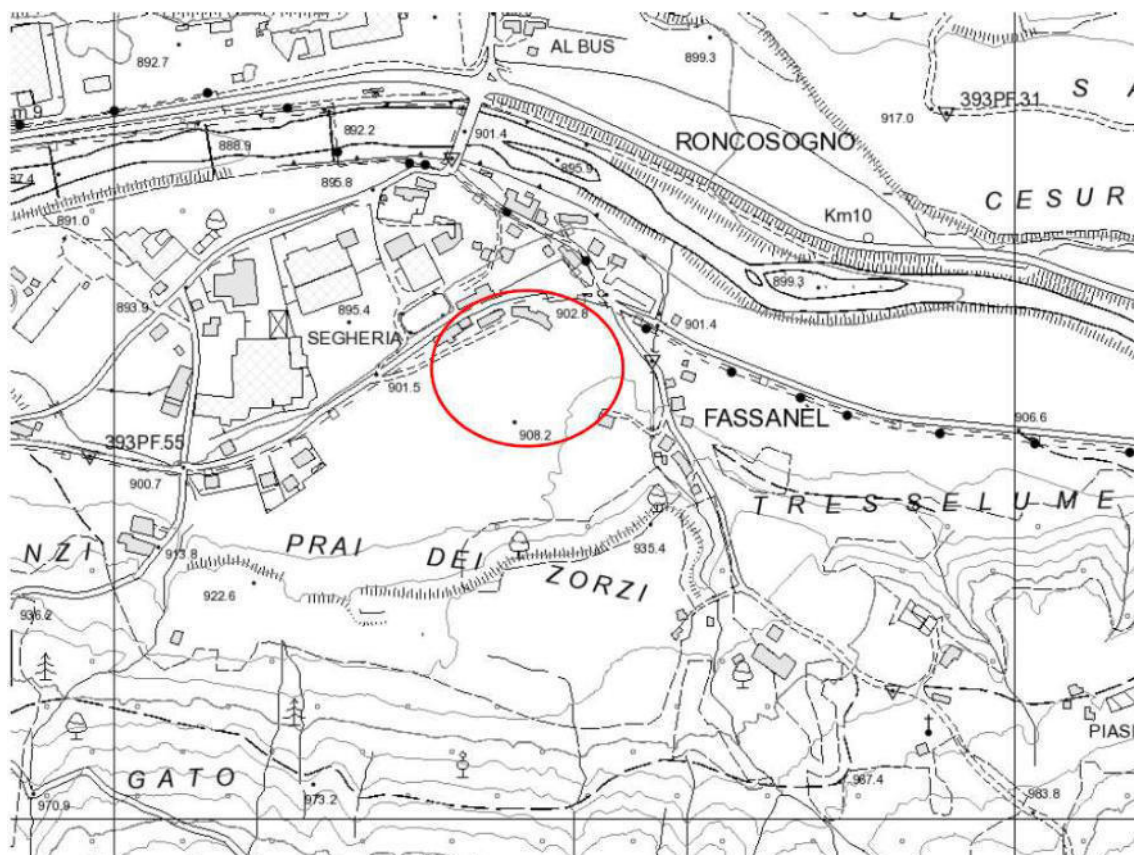
La finalità dell'indagine è stata quella di definire con un certo grado di dettaglio le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati dall'ampliamento di progetto.

Seguendo le sezioni geologiche scelte sono state volte le seguenti indagini:

1. n.2 prove MASW, abbinate a un'analisi HVSR per il calcolo del parametro  $V_{s30}$  o  $V_{seq}$
2. n.2 indagini stratigrafiche a sismica a rifrazione.

Come presentato nella Relazione Geologica e Geotecnica per l'area di studio sono disponibili prove e sondaggi, tali informazioni sono stati utilizzati per la modellazione e interpretazione dei segnali raccolti dalle prove geofisiche.

L'area di progetto è indicata in Figura 1



*Figura 1 Area di ampliamento*

## 2. INDAGINI DISPONIBILI e TECNICHE IMPIEGATE

Sono stati realizzati n. 2 stendimenti geofisici coincidenti con le sezioni geologiche elaborate nel progetto definitivo

Le indagini sono posizionate come indicato in Figura 2

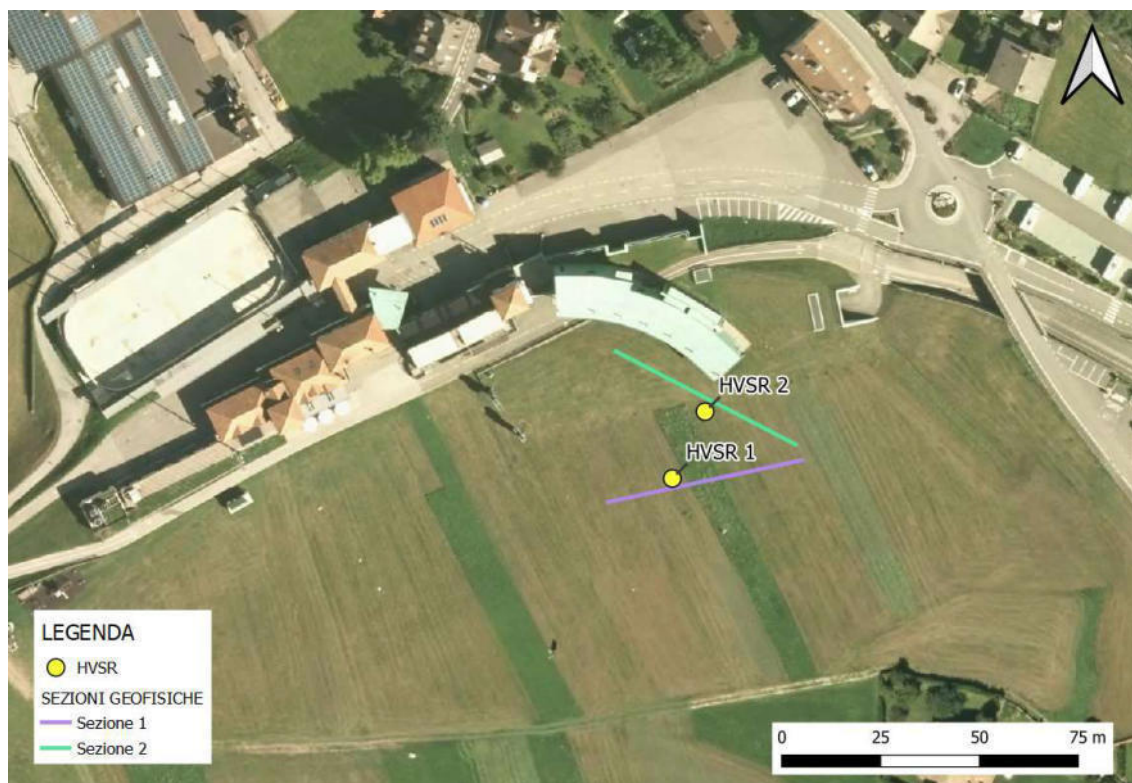


Figura 2 Ubicazione delle indagini svolte (gli stendimenti MASW e sismica a rifrazione coincidono)

Le tecniche adottate sono state sia di tipo attivo (energizzazione del sottosuolo mediante colpi con mazza da 400 g) sia di tipo passivo (analisi del rumore sismico ambientale H/V):

- Sismica a rifrazione
- MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)
- Rumore sismico ambientale – Tecnica HVSr (Tromino)

Le informazioni dirette raccolte dai sondaggi sono state utilizzate per l'elaborazione del modello del sottosuolo.

Per l'area di studio sono disponibili alcuni sondaggi, ubicati come indicato in Figura 3, che hanno fornito informazioni di tipo diretto e puntuale del sottosuolo. Si rimanda alla documentazione progettuale per i dettagli.





*Figura 3 Ubicazione delle indagini dirette disponibili*

- **Sismica a rifrazione**

La tecnica si basa sull'elaborazione delle registrazioni ad opera di uno stendimento di geofoni di onde simiche generate dalla superficie.

La tecnica si basa sull'elaborazione delle registrazioni ad opera di uno stendimento di geofoni di onde simiche generate dalla superficie.

I principi fisici di partenza sono due: la rifrazione delle onde ed il principio di trasmissione delle onde di volume a velocità diversa a seconda della densità del mezzo attraversato.

Conoscendo l'ubicazione dei geofoni, la lunghezza dello stendimento di misurazione e l'ubicazione del punto di produzione dell'impulso sismico (onde di tipo "P") è possibile risalire alla profondità del bedrock o comunque alla profondità dove sussiste un forte contrasto di impedenza acustica (forte differenza di densità del mezzo in cui si propagano le onde sismiche).

Nei casi in cui è presente un forte contrasto di impedenza acustica ubicato a modesta profondità è possibile calcolarla mediante un metodo grafico utilizzando delle registrazioni di "scoppi" ubicate in prossimità dell'inizio dello stendimento. Il metodo prevede l'orizzontalità degli strati, condizione non sempre rispettata in natura.

Il metodo prevede di calcolare la velocità di propagazione delle onde elastiche sia nello strato più superficiale, giudicato più "lento" poiché composto da materiali sciolti o comunque meno addensati rispetto a quelli a profondità maggiori, sia in quello più profondo, lungo il quale si muove l'onda rifratta a velocità maggiori.

Conoscendo il punto di "cross-over", ovvero la distanza dal punto di scoppio da cui l'onda rifratta giunge prima ai geofoni rispetto a quella diretta che si muove nello strato superficiale, è possibile calcolare lo spessore dello strato superficiale.

Come si vedrà più avanti questa tecnica grafica non è stata utilizzata dal momento che la risposta sismica è stata influenzata dalla presenza di orizzonti geologici composti da materiale grossolano nei pressi della superficie, non sussistono quindi le condizioni ideali per svolgere questo tipo di prova.

Si ricorda che la tecnica è valida e affidabile nell'ipotesi che la velocità di propagazione delle onde sismiche nel terreno aumenti con la profondità e non vi siano quindi inversioni di velocità.

Si è deciso comunque di procedere nell'esecuzione della prova e dell'elaborazione tomografica delle varie registrazioni tenendo in considerazione che gran parte dell'energia immessa nel sistema durante l'acquisizione del segnale sarebbe rimasta intrappolata nello strato di ghiaie più superficiale.

- **MASW**

Questa tecnica, basata sull'inversione del segnale sismico appartenente principalmente alle onde di superficie (onde R), prevede di misurare quanto raccolto dai geofoni nel campo della frequenza per ricostruire, partendo dalla curva di dispersione delle onde "R", un profilo di velocità di propagazione delle onde sismiche di tipo "S" nel sottosuolo, considerate le più pericolose per le strutture.

Il principio fisico di base consiste nella modalità con cui le onde sismiche si propagano nel sottosuolo. In particolare il segnale a più bassa frequenza viene trasmesso nel terreno a maggior profondità (maggiore densità) e viceversa.

Disponendo dell'intero spettro di frequenza è possibile estrarre, mediante inversione, un profilo di velocità di propagazione delle onde S.

La modellazione prevede le seguenti assunzioni :

1. le onde sismiche di tipo "R" ( $V_R$ ) sono le più energetiche e abbondanti e quindi di più facile raccolta;
2. le onde R dispongono di una velocità di propagazione pari a circa 0,9 delle onde di tipo "S" ( $V_S$ );
3. il sottosuolo è strutturato a strati omogenei e isotropi;

L'informazione ha valenza stratigrafica e, confrontata con gli esiti della prova HVSR, permette di calcolare la  $V_{SQ}$ , parametro espressamente richiesto nelle NTC per la caratterizzazione sismica dei suoli fondazionali.

- **HVSR**

Questa tecnica di carattere molto speditivo e per nulla invasiva, consiste nel misurare il rumore sismico ambientale (microtremore) mediante un tromografo a n.3 componenti in grado di individuare il modo di vibrare del sottosuolo investigato (nel caso di studio è stato utilizzato il Tromino della Micromed in dotazione al Servizio Geologico).

Il principio su cui si basa la tecnica è stato teorizzato da Nakamura (1989) il quale ha osservato come, in determinate condizioni topografiche e stratigrafiche, il segnale sismico generato dai terremoti possa essere scomposto lungo la direzione verticale e ortogonale al terreno e subire delle alterazioni in termini di frequenza, ampiezza e durata.

In particolare è stato osservato che il moto sismico in direzione ortogonale alla superficie, (componente di spostamento verticale - V), a differenza della componente di spostamento parallelo alla superficie (spostamento orizzontale -H), non viene, in genere, alterata dal passaggio dell'onda sismica tra il bedrock e le coltri detritiche superiori.

Tale condizione si riscontra non solo durante i terremoti ma anche per il microtremore sismico (impercettibili onde sismiche generate da molteplici fattori sia naturali sia antropici), questo principio permette di conoscere la modalità di trasmissione delle onde sismiche del terreno anche in assenza di terremoti veri e propri e individuare, mediante il rapporto tra la componente di spostamento orizzontale e quella verticale, la Frequenza Fondamentale del Sito, ovvero quella frequenza a cui l'impulso sismico verrà maggiormente amplificato.

Questa informazione risulta fondamentale per lo strutturista al fine di evitare il fenomeno della doppia risonanza e inoltre può essere impiegata per la ricostruzione stratigrafica e il calcolo della profondità del bedrock sismico mediante la relazione che lega, per terreni omogenei e piano paralleli:  $V_s$ , spessore dello strato e frequenza fondamentale.



## 2.1 Esiti delle indagini geofisiche

In questo capitolo si presentano gli esiti delle indagini geofisiche concentrandosi sulle informazioni geometriche e fisiche

- **Sismica a rifrazione – SEZIONE 2**

L'indagine tomografica a rifrazione si è spinta fino ad una profondità massima di circa 25m dal p.c. non ha mostrato un chiaro contrasto di impedenza acustica riconducibile alla presenza di orizzonti a forte competenza sormontati da terreni meno addensati.

Tuttavia i valori modellati di  $V_p$  mostrano un aumento di velocità piuttosto robusto in concomitanza del presunto stazionamento della falda acquifera (3,5-4,0 m da p.c.) raggiungendo velocemente valori tipici delle argille sature.

In Figura 4 si riporta la sezione tomografica elaborata per la sezione geofisica n.2 con andamento Nordovest-Sudest.

Lo spessore delle ghiaie torrentizie non appare costante lungo la sezione. Si specifica però che la tecnica è debole nell'individuare possibili fenomeni di interdigitazione stratigrafica. Infatti ciò che appare come una porzione a maggior spessore di ghiaie nei primi 20 m di stendimento (a sinistra in alto nell'immagine) potrebbe essere ricondotto a diverse tipologie di materiali poste a ridosso delle fondazioni della struttura esistente o altri elementi antropici.

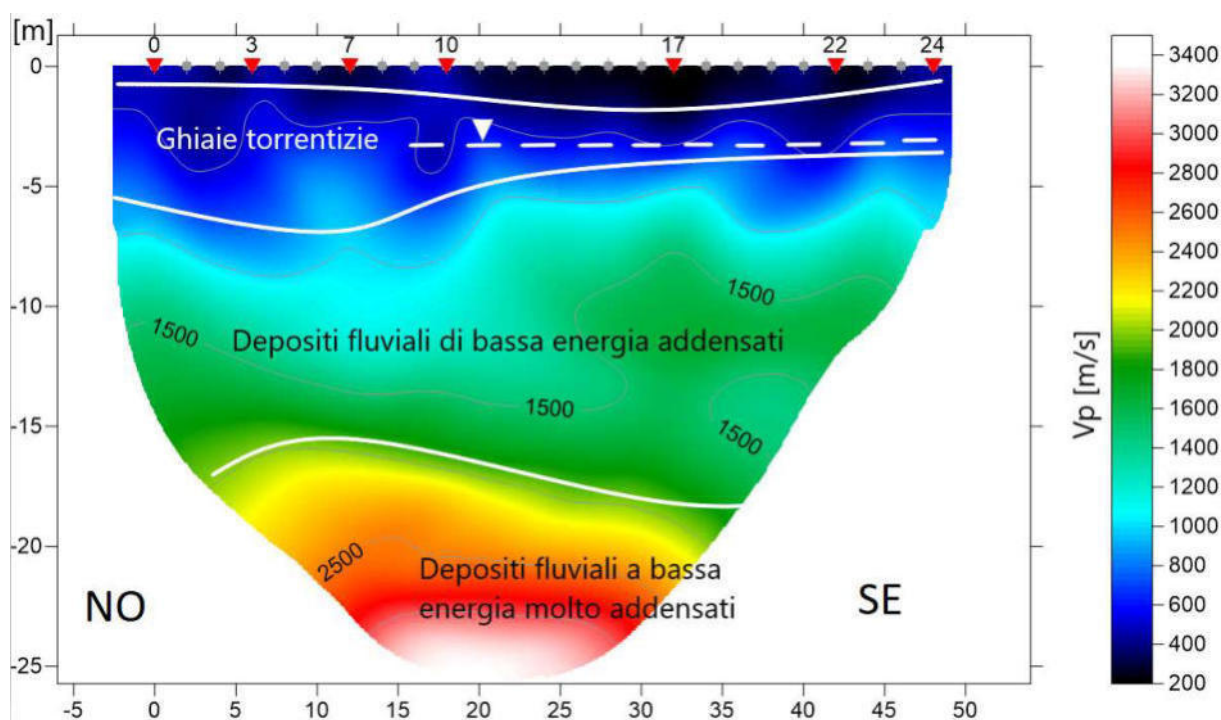


Figura 4 Tomografia sismica a rifrazione lungo lo stendimento geofisico n.2

### • MASW e HVSr – MODELLO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE S NEL SOTTOSUOLO

L'indagine HVSr, unita per le alte frequenze all'elaborazione MASW e ai risultati delle prove SPT svolte durante l'esecuzione dei sondaggi, documenta per le onde sismiche di tipo "S" la presenza di un'inversione di velocità compresa tra 1 e 4 m circa legata alla presenza dell'orizzonte composto da ghiaie e sabbie grosse di origine torrentizia.

Le indagini sono state svolte su entrambi gli stendimenti ottenendo risultati analoghi, nelle immagini del capitolo si riportano quelle inerenti lo stendimento n.1.

L'analisi HVSr documenta due importanti caratteristiche del sito, in particolare:

- L'inversione di velocità nei primi metri di profondità testimoniata dal rapporto H/V minore di 1 tra le frequenze 3-8 Hz.
- Un forte picco H/V in prossimità a circa 2 Hz riconducibile grazie alle velocità di propagazione calcolate con la tecnica MASW, in un modello mono strato semplificato, a un forte contrasto di impedenza acustica a circa 30 m di profondità (Figura 5).

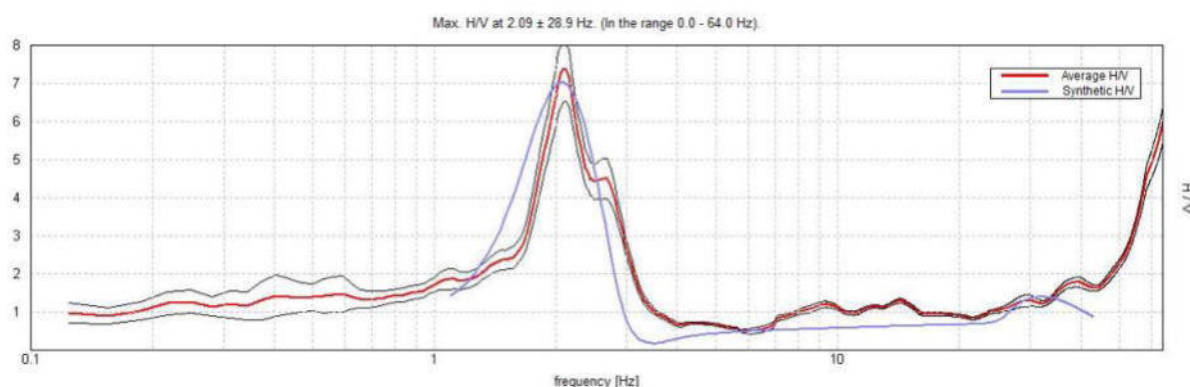


Figura 5 HVSr per il sito indagato. In blu la curva sintetica elaborata per il modello stratigrafico sismico locale

Per quanto riguarda l'indagine MASW, la massima lunghezza d'onda captata (profondità massima teorica di indagine) è di  $440 \text{ ms}^{-1} / 21,2 \text{ Hz} = 20,7 \text{ m}$ . È quindi ragionevole considerare la prova attendibile fino a circa 10 m di profondità.

La presenza di un'inversione di velocità è documentata anche in questa indagine (Figura 6), anche se non è possibile escludere che si tratti di un modo superiore di vibrazione.

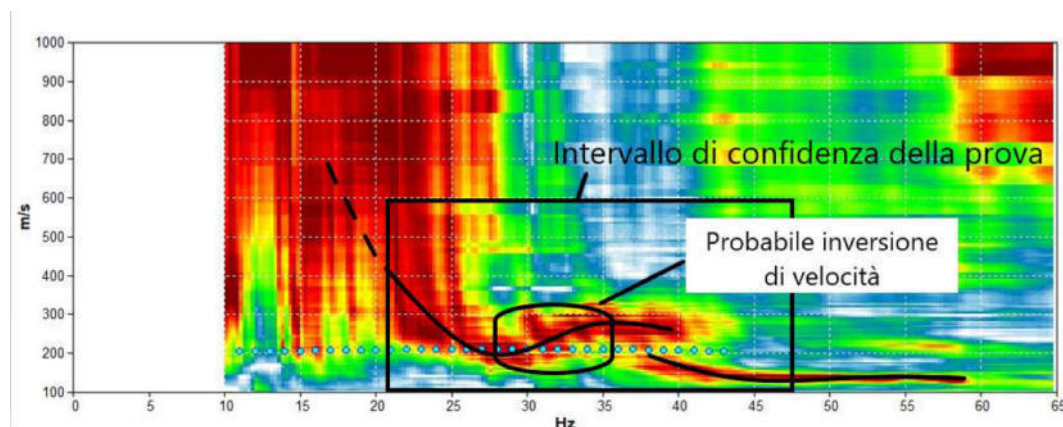


Figura 6 MASW lungo sezione 1. La curva di dispersione testimonia una probabile inversione di velocità per le onde S

Le due prove sono state considerate assieme per proporre un profilo locale di propagazione di velocità delle onde sismiche di tipo S utile per giungere alla definizione della categoria sismica dei suoli fondazionali.

Il modello proposto è quello riportato in Figura 7, è stato elaborato tenendo in considerazione anche i risultati delle prove dirette svolte in foro (SPT).

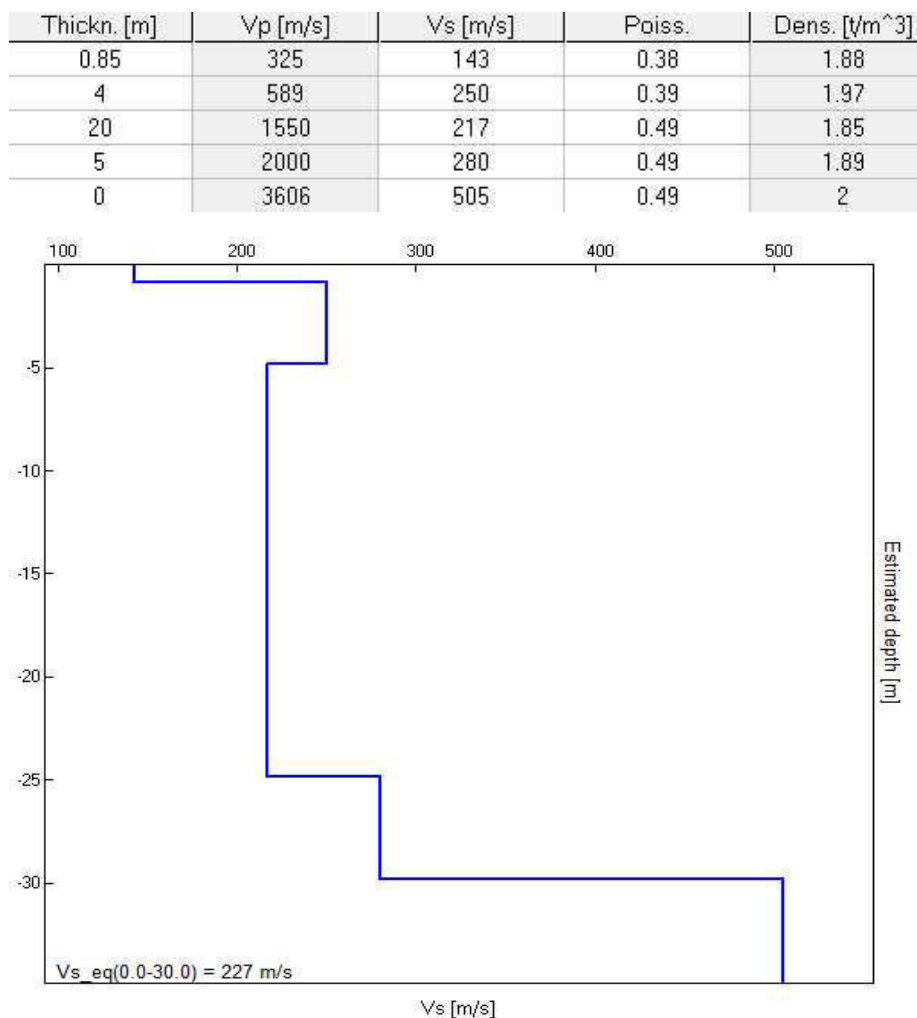


Figura 7 Starti che compongono il modello del sottosuolo in grado di generare una risposta sintetica compatibile con quanto misurato localmente.



## 2.2 Caratteristiche sismiche dell'area di progetto

Come riportato al capitolo precedente è stato possibile presentare un profilo di velocità delle onde sismiche "S" del sottosuolo incrociando i risultati della prova MASW e HVSR.

Il modello presenta un'inversione di velocità concentrata nei primi 5 m di profondità e un forte addensamento dei materiali a partire dai 28-30 m di profondità Figura 7.

Le  $V_s$  equivalenti per il sito in esame sono pari a 227 m/s, il che colloca il sito in categoria sismica dei suoli "C" ( $V_s$  eq compresa tra 180 e 360 m/s)

Le fondazioni verranno poste a circa 5-5,5 m di profondità, per tale ragione, nel rispetto delle NTC 2018, si fornisce la  $V_s$  equivalente per il futuro piano fondazionale  $V_s$  eq (5,0-30,0) pari a 228 m/s. La categoria sismica rimane "C".

Dal punto di vista delle frequenze fondamentali del sito, secondo il modello elaborato, alla quota fondazionale il picco maggiore passerà da circa 2 Hz (superficie) a 2,5 Hz (Figura 8).

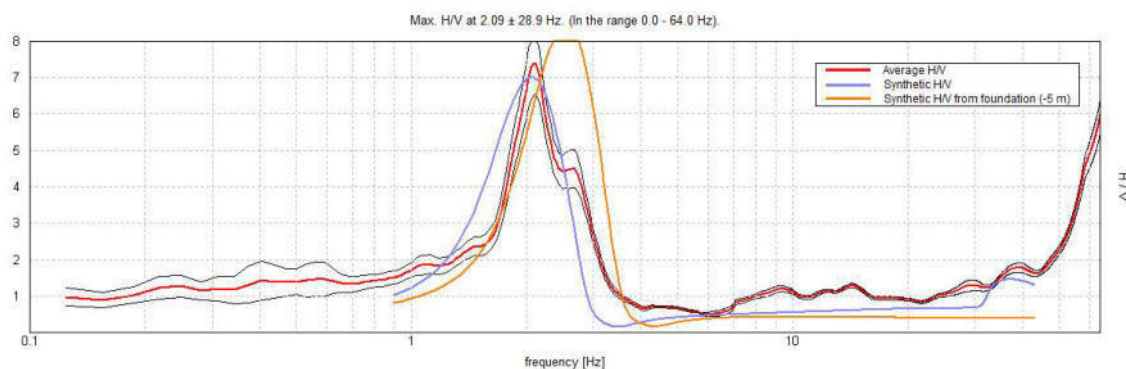


Figura 8 H/V calcolato alla base fondazionale (curva arancione)

## 2.3 Correlazione indagini geofisiche e parametri geotecnici del terreno

In letteratura sono disponibili numerose formule sperimentali di correlazione tra i risultati delle prove geofisiche con i parametri geotecnici del terreno analizzato.

Per le aree indagate sono state applicate le correlazioni utili per:

1. Calcolo del peso di volume in funzione della velocità delle onde S ( $\gamma$ -Vs)
2. Calcolo dell'angolo di attrito interno in funzione della velocità delle onde S normalizzate ( $\varphi$ -Vs<sub>1</sub>)
3. Calcolo del modulo di taglio iniziale in funzione velocità delle onde S ( $G_{MAX}$ -Vs)

Dato l'assetto stratigrafico locale si è deciso di fornire i parametri calcolati per specifiche profondità. La scelta è stata dettata dalle risposte geofisiche ben distinguibili e quindi considerate nel modello proposto in Figura 7.

Le profondità caratteristiche scelte sono le seguenti:

Profondità caratteristiche	Tipologia di terreno
0,5 m	Ghiaie torrentizie insature superficiali a basso grado di addensamento
3 m	Ghiaie torrentizie a vario grado di saturazione maggiormente compatte
10 m	Limi e argille blandamente addensate di recente deposizione
28 m	Limi e argille a progressivo maggior grado di addensamento

I parametri calcolati nei capitoli successivi si riferiranno sempre alle quattro profondità caratteristiche individuate.

### • Calcolo del Peso di Volume in funzione della velocità delle onde S ( $\gamma$ -Vs)

Il peso di volume saturo viene calcolato in funzione di Vs e della profondità tramite le relazioni proposte rispettivamente da Mayne et al. (1999) e Mayne (2001) come limite superiore e inferiore:

$$\gamma_{sat} = 8,32 \cdot \log(Vs) - 1,61 \cdot \log(z)$$

$$\gamma_{sat} = 8,63 \cdot \log(Vs) - 1,18 \cdot \log(z) - 0,53$$

I parametri medi sono forniti per diverse profondità caratteristiche da p.c., rispettivamente; 0,5; 3; 10 e 28 m (Figura 9) basandosi sugli esiti del modello geofisico presentato nella pagina precedente.

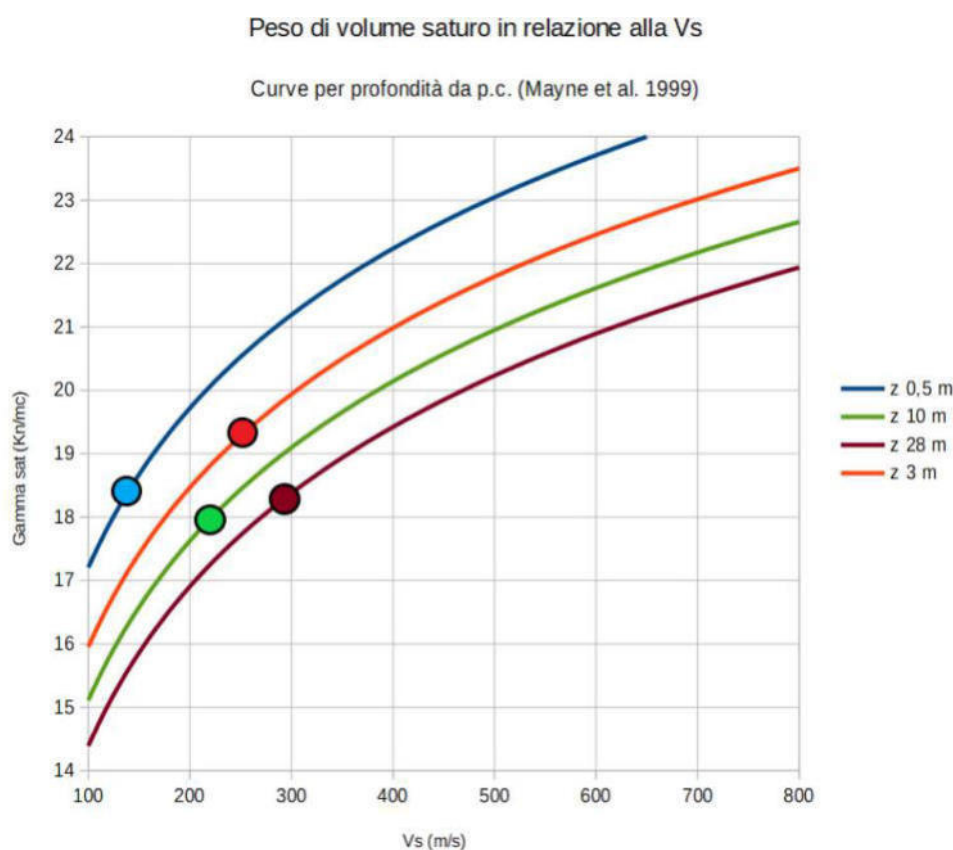


Figura 9 Andamento del valore di gamma in funzione di Vs. I punti indicano i valori calcolati

Profondità[m]	Peso di volume medio [KN/mc]	Densità media(p) [ton/mc]
0,5	18,45	1,88
3,0	19,4	1,97
10	18,1	1,85
28	18,5	1,89



- **Calcolo dell'Angolo di Attrito Interno in funzione della velocità delle onde S normalizzate ( $\phi$ -Vs1)**

L'angolo di attrito interno per i materiali sciolti può essere calcolato sulla base del valore delle velocità delle onde S normalizzato per la pressione litostatica. Le equazioni utilizzate per la definizione dei valori massimi e minimi sono quelle proposte da Uzielli et. Al(2013) e Mayne(2014).

La definizione della  $V_{s1}$  viene definita mediante l'equazione:

$$V_{s1} = V_s \cdot (p_a / \sigma'_v)^{0,25}$$

Dove

$p_a$  = densità equivalente strati superiori

$\sigma'_v$  = pressione litostatica alla profondità indagata

Profondità [m]	Densità equivalente strati superiori ( $p_a$ ) [ton/mc]
0,5	1,88
3	1,95
10	1,88
28	1,89

Profondità [m]	Pressione litostatica media ( $\sigma_v$ ) [KN/mq]
0,5	0,94
3	5,85
10	18,8
28	52,9

Profondità [m]	Vs strato (da MASW e H/V) [m/s]	Vs normalizzata alla profondità ( $V_{s1}$ ) [m/s]
0,5	143	170
3	250	190
10	217	122
28	280	121,7

Limite superiore :

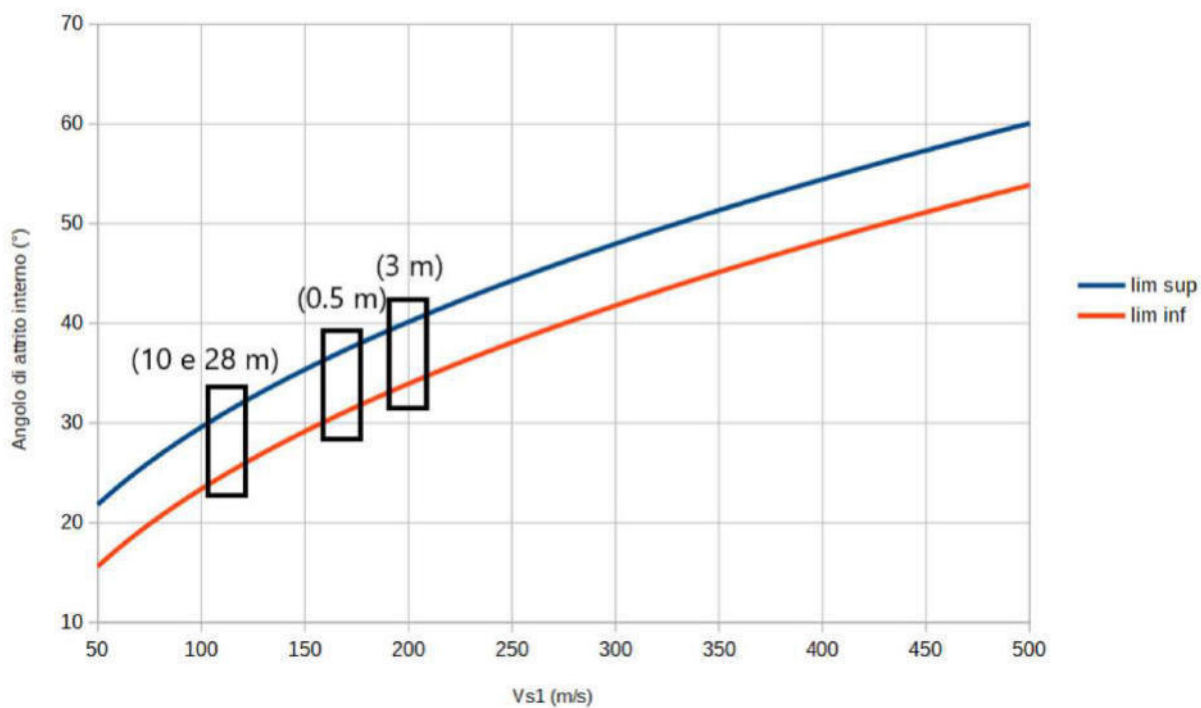
$$\varphi_{MAX} = 3,9 \cdot Vs_1^{0,44}$$

Limite inferiore:

$$\varphi_{MIN} = (3,9 \cdot Vs_1^{0,44}) - 6,2$$

## Angolo di attrito interno e Vs normalizzata alla pressione litostatica

Relazioni di Uzielli (2013) e Mayne (2014)



Profondità	Vs normalizzata alla profondità (Vs <sub>1</sub> ) [m/s]	Angolo di attrito minimo (°)	Angolo di attrito massimo (°)
0,5	170	31	37
3	190	33	39
10	122	26	32
28	121,7	26	32

- **Calcolo del Modulo di Taglio iniziale in funzione velocità delle onde S ( $G_{MAX}$ -Vs)**

Per piccole deformazioni il modulo di taglio iniziale ( $G_{MAX}=G_0$ ) si ritiene valida l'equazione:

$$G_{MAX} = \rho \cdot Vs^2 = (\gamma / g) \cdot Vs^2$$

e tenuto conto che, secondo Keceli (2012) risulta:

$$\gamma = 4,3 \cdot Vs^{0,25}$$

si ottiene:

$$G_{MAX} = 0,44 \cdot Vs^{2,25}$$

Che nel caso specifico si traduce nella seguente tabella:

<b>Profondità [m]</b>	<b>Vs strato (da MASW e H/V) [m/s]</b>	<b><math>G_{MAX}</math> [KPa]</b>
0,5	143	<b>31100</b>
3	250	<b>109350</b>
10	217	<b>79522</b>
28	280	<b>141110</b>

### 3. CONCLUSIONI

Su richiesta di APPOP – Agenzia Provinciale Opere Pubbliche Servizio Opere Civili della Provincia Autonoma di Trento sono stati presentati i risultati della campagna di indagine geofisica a supporto della fase di progettazione definitiva degli interventi di adeguamento dello stadio del fondo a Lago di Tesero in previsione delle olimpiadi Milano-Cortina 2026 Unità Funzionale 1.

Il documento ha fornito informazioni stratigrafiche e sismiche utili all'elaborazione della Relazione Geologica e Geotecnica di riferimento progettuale.

Le finalità dell'indagine sono state quelle di definire con un certo grado di dettaglio le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati dall'ampliamento di progetto e le caratteristiche legate agli studi di pericolosità sismica locale.

Sono stati forniti alcuni parametri geotecnici utili alla progettazione riferendoli a profondità caratteristiche che corrispondono a importanti variazioni stratigrafiche e geotecniche riscontrate nel sottosuolo.

In particolare sono stati estrapolati:

1. Peso di volume
2. Angolo di attrito interno
3. Modulo di taglio iniziale

I valori proposti devono essere considerati entro un grado di variabilità dato dalla non uniformità del sottosuolo e dalla tipologia empirica delle correlazioni utilizzate.

Oltre ai parametri geotecnici sono state fornite le informazioni di tipo sismico, in particolare la categoria del suolo fondazionale (C) e la frequenza fondamentale del sito indagato calcolate entrambe anche alla quota della futura base fondazionale.

Si specifica che le prospezioni geofisiche, essendo indagini di tipo indiretto, sono soggette ad un variabile grado di incertezza. Innumerevoli assetti del sottosuolo e particolarità geologiche sono in grado di fornire il medesimo segnale e possono quindi essere interpretate in modo scorretto. I modelli qui proposti sono quelli giudicati, alla luce delle informazioni disponibili, come più probabili.

Trento, agosto 2022

Dott. Geol. Lorenzo Gislimberti

