



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO
PROTEZIONE CIVILE

SERVIZIO GEOLOGICO
UFFICIO STUDI IDROGEOLOGICI

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLE FERMATE 1210 E 1210DR – 4.A E 4.R
TPL TRATTA ORA-PENIA (ANDATA) E PENIA - ORA (RITORNO)**

Comune di ZIANO

**PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA

*sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito
(contiene la relazione sulla modellazione sismica)*

Data: luglio 2025 fascicolo: 19.5.1-2025-120	Redatto da:  dott. Paolo Campedel	VISTO: il Direttore dell'Ufficio dott.ssa Paola Visintainer	VISTO: Il Dirigente dott. Mauro Zambotto
---	--	--	---

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLE FERMATE 1210 E 1210DR – 4.A E 4.R
TPL TRATTA ORA-PENIA (ANDATA) E PENIA - ORA (RITORNO)**

Comune di ZIANO

**PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE GEOLOGICA

*sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito
(contiene la relazione sulla modellazione sismica)*

INDICE

PREMESSA.....	4
1. INQUADRAMENTO IN RIFERIMENTO AGLI STRUMENTI URBANISTICI.....	6
1.1. Carta di Sintesi della Pericolosità (1° agg. approvato con DGP 1737/23).....	6
1.2. Carta delle Risorse Idriche (3° agg. approvato con DGP 1941/18).....	7
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	8
2.1. Coperture quaternarie.....	8
2.2. Substrato prequaternario.....	10
2.3. Stabilità geomorfologica del sito.....	10
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE.....	11
3.1. Indagini geofisiche.....	11
3.2. Pozzetto esplorativo.....	12
3.3. Modello stratigrafico locale.....	14
4. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	16
4.1. Unità idrogeologiche.....	16
4.2. Modello idrogeologico.....	16
5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	18
6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO.....	19
7. PERICOLOSITA' SISMICA.....	20
7.1. Periodo di riferimento V_r e Tempo di ritorno T_r	20
7.2. Pericolosità sismica di base.....	22
7.3. Risposta sismica locale.....	23
7.4. Coefficienti sismici.....	24
CONCLUSIONI.....	25

PREMESSA

La presente relazione è stata redatta su richiesta del Servizio Opere Stradali e Ferroviarie della Provincia Autonoma di Trento, a supporto del progetto di ampliamento delle piazzole di fermata presso l'abitato di Ziano sulla SS 48 in corrispondenza dello svincolo per loc. Roda, previsto per l'organizzazione dei giochi olimpici invernali 2026.

In particolare le due piazzole esistenti (andata e ritorno) verranno adeguate ai nuovi requisiti richiesti che prevedono in particolare:

- larghezza piazzola minima per permettere la manovra in carrozzina 2.20m;
- presenza di scivoli e attraversamenti pedonali;
- altezza cordonata minima 15 cm;
- pendenza area di fermata 7%
- ulteriori indicazioni operative
- lunghezza dimensionale del golfo di fermata 12 m + 20 m + 12 m;

Nel caso specifico tali requisiti verranno raggiunti mediante un semplice modesto ampliamento delle area asfaltata sulla fermata 4.R, mentre per quanto riguarda la fermata sul lato opposto della strada (4.A), l'ampliamento avverrà tramite realizzazione di una struttura di sostegno in corrispondenza della scarpata di terrazzo alluvionale che delimita verso sud la Strada Statale.

Il presente documento si prefigge di:

1. fornire indicazioni circa le condizioni di stabilità dei luoghi in relazione ad eventuali processi morfologici e di dissesto in atto o potenziali;
2. definire il modello litologico stratigrafico dei terreni interessati dagli interventi;
3. descrivere lo schema di circolazione superficiale e sotterranea;
4. fornire le indicazioni per una corretta gestione delle terre e rocce da scavo;
5. definire il modello geotecnico di massima;
6. definire la pericolosità sismica del sito;

Lo studio si è basato su specifiche indagini geologiche compiute in sito, su dati e rilievi appositamente raccolti e su alcuni dati tratti dagli archivi del Servizio Geologico (rilievi per la cartografia geologica, cartografie tematiche, banche dati sondaggi).

Nella Carta Tecnica Provinciale in scala 1:10.000, edita dalla P.A.T., la zona studiata è compresa nella sezione 44110 "Tesero" (vedi estratto della C.T.P. di fig. 1 con area di studio).

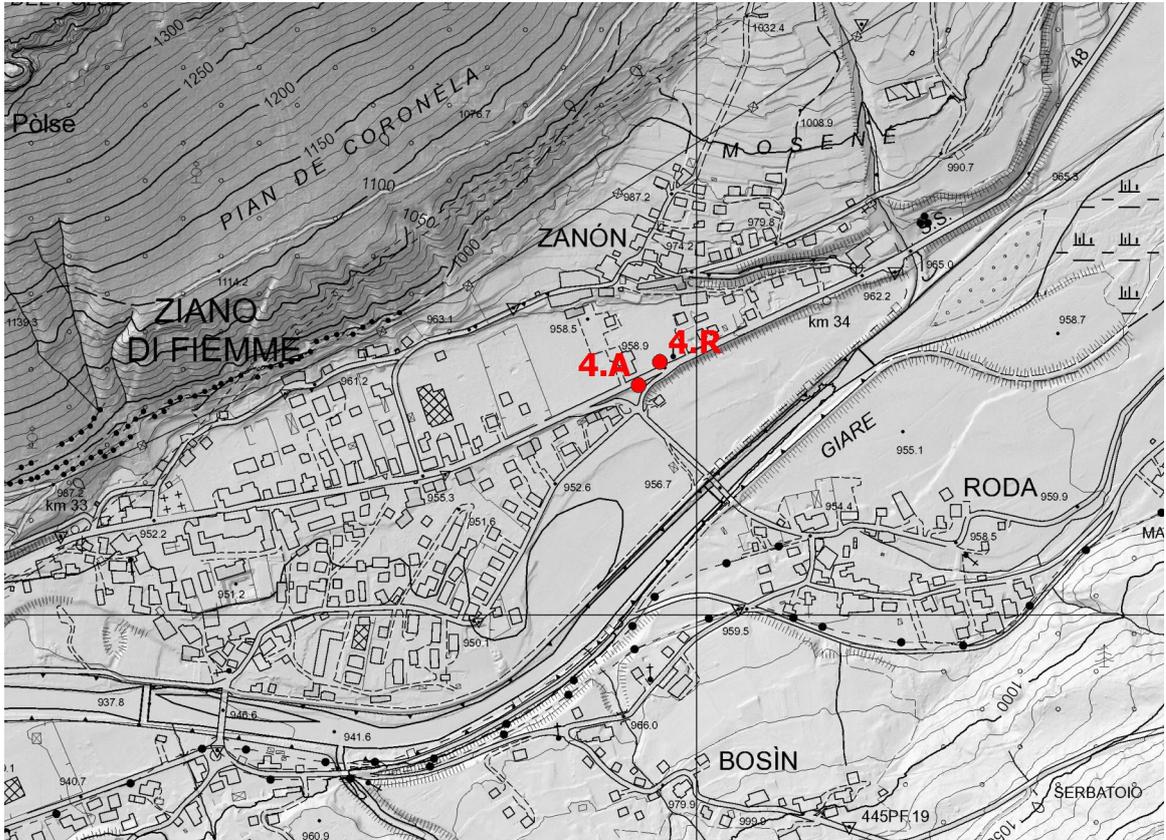


Fig. 1 - estratto della C.T.P. con ubicazione delle piazzole (scala 1:10.000)

1. INQUADRAMENTO IN RIFERIMENTO AGLI STRUMENTI URBANISTICI

1.1. Carta di Sintesi della Pericolosità (1° agg. approvato con DGP 1737/23)

In riferimento alla Carta di Sintesi della Pericolosità di corredo al Piano Urbanistico Provinciale si evidenzia come l'opera in progetto si collochi su di un versante con classe di penalità trascurabile od assente (P1) (cfr. fig. 2).

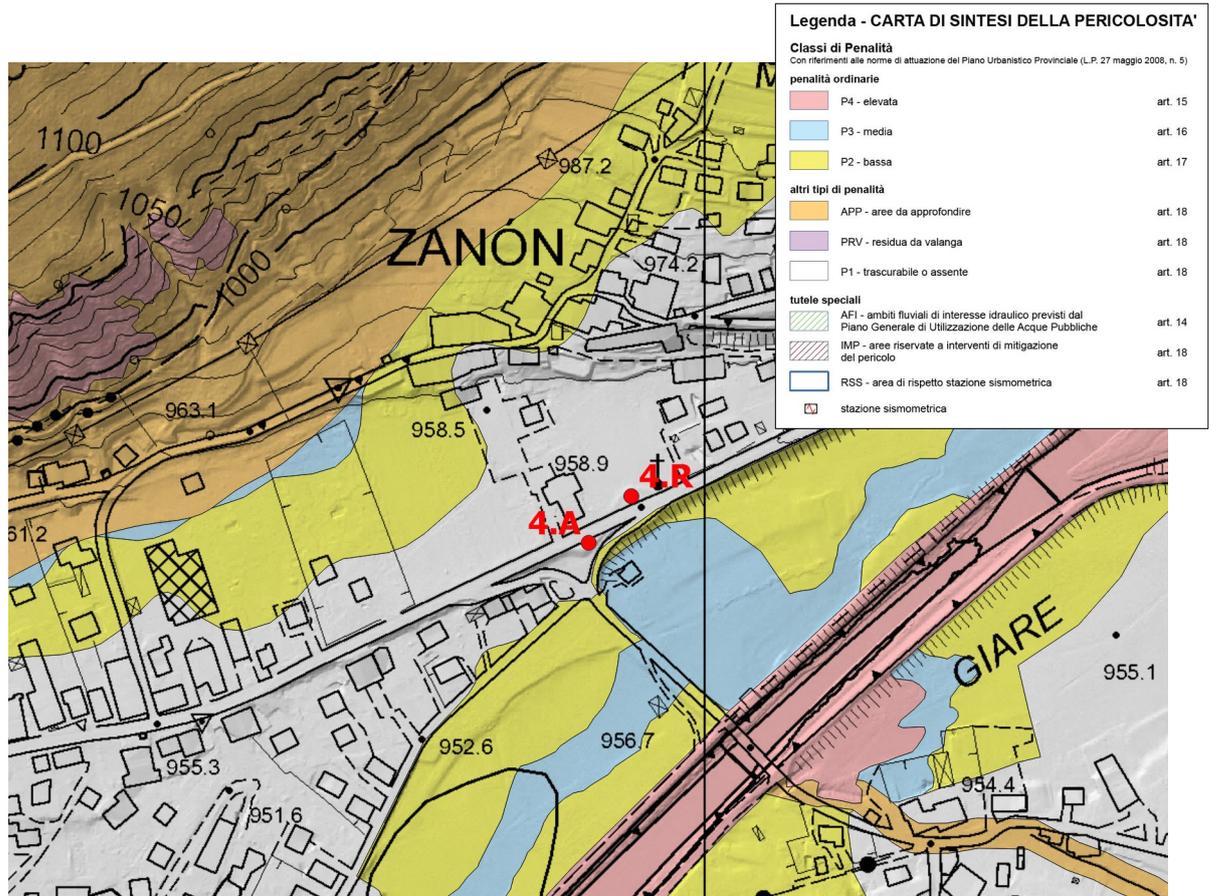


Fig. 2 – Estratto Carta della Pericolosità (scala 1:5.000)

Aree con penalità più elevata (P2 – bassa, P3 – media) per problemi idraulici, sono cartografate nel settore immediatamente a valle dei due siti di progetto, in corrispondenza della piana alluvionale posta a valle della scarpata in fregio alla SS n. 48 delle Dolomiti.

1.2. Carta delle Risorse Idriche (3° agg. approvato con DGP 1941/18)

In riferimento alla Carta delle Risorse Idriche (prevista dall'art. 21 delle Norme di Attuazione del P.U.P. 2008) attualmente in vigore (3° aggiornamento), è stato verificato come l'area interessata dalle opere in progetto risulti esterna sia a "zone di protezione idrogeologica" che a "zone di rispetto idrogeologico" (fig. 3).

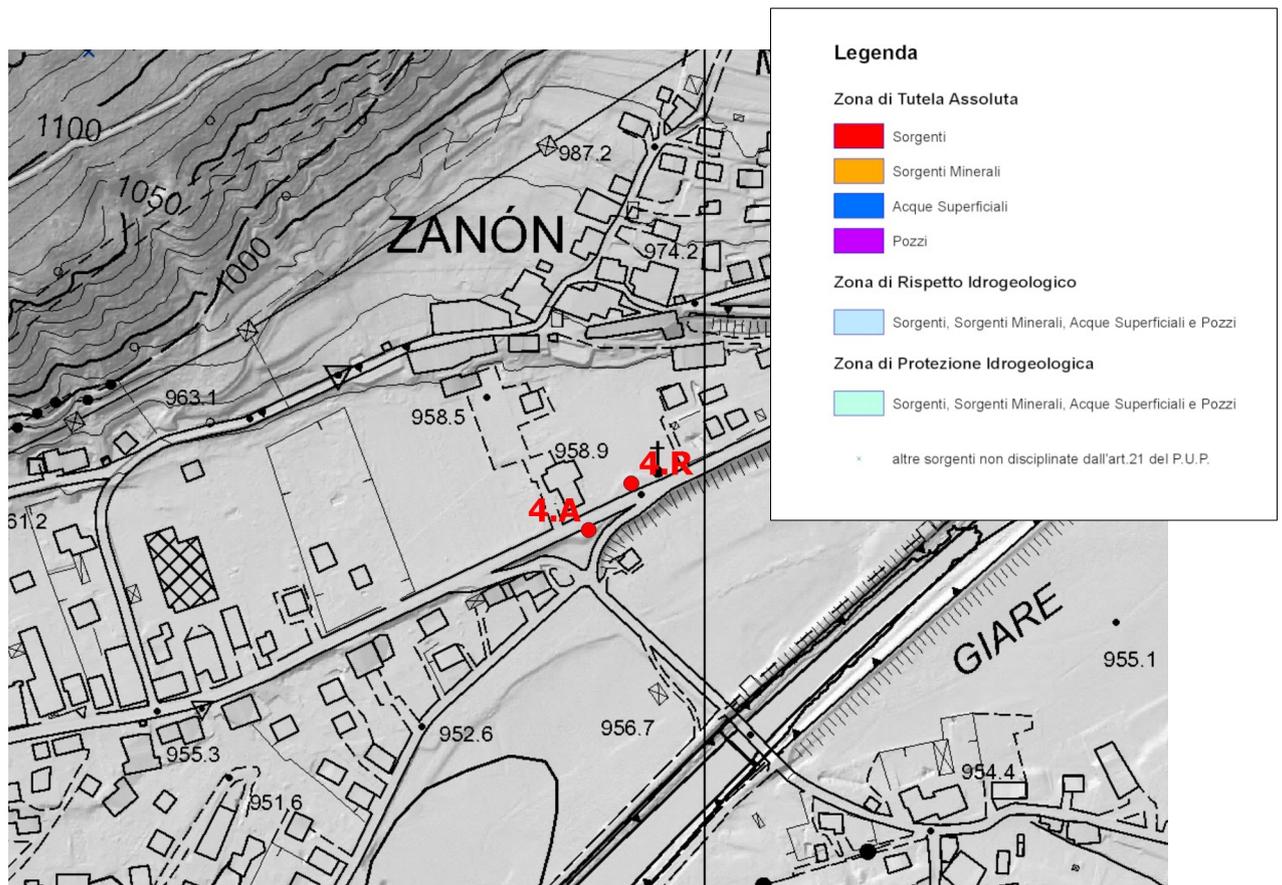


Fig. 3 – Carta delle risorse idriche (scala 1:5.000)

Sono inoltre assenti nell'area di studio, sorgenti rientranti nel catasto provinciale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in cui si colloca l'opera in progetto, è posta sul versante destro della Valle di Fiemme in prossimità dell'abitato di Ziano, ad un'altezza di circa 960 m slm.

Le due piazzole sono poste sui lati opposti della Strada Statale n. 48 "delle Dolomiti", ad una distanza tra loro di circa 40 m, nello stesso contesto morfologico e geologico.

La zona di interesse progettuale si colloca sulla piana alluvionale prodotta dal torrente Avisio, in un ambiente piuttosto urbanizzato per la presenza di edifici abitativi diffusi su aree prative coltivate.

La pendenza della superficie topografica nell'area è per massima parte assai ridotta (< di 2°) con esclusione delle sottili fasce corrispondenti alle scarpate di erosione torrentizia (cfr. paragrafo 2.3.), aventi altezza non superiore a pochi metri e pendenze che si attestano attorno a 30-35°. Va evidenziato che le scarpate sono state in passato parzialmente rimodellate antropicamente nel corso delle varie fasi realizzative della SS n. 48

2.1. Coperture quaternarie

L'area si caratterizza per l'ubiquitaria presenza di coperture quaternarie sciolte di considerevole potenza, tale da includere per intero l'area di influenza dei manufatti oggetto della presente progettazione. Più in dettaglio (carta geologica di fig. 4), i depositi quaternari sono identificabili in due unità distinte costituite rispettivamente da:

1. **depositi alluvionali**: formano i terrazzi di origine alluvionale presenti nel sito di interesse progettuale e nel suo intorno. Sono costituiti da sedimenti a granulometria eterogenea medio elevata (ghiaie sabbioso limose) con clasti di diametro anche pluridecimetrico, poligenici arrotondati o subarrotondati. I sedimenti sono generalmente stratificati per differenziazione granulometrica, con presenza di livelli maggiormente classati (livelli francamente ghiaiosi o sabbiosi). La frazione pelitica è in genere trascurabile (cfr. paragrafo 3.1.) determinando strutture prevalentemente clastosostenute.
2. **depositi di debris flow**: compaiono nella parte altimetricamente più elevata del versante (a partire da quota 960 circa) e costituiscono il cono di deiezione del torrente di Valaverta su cui è posta la frazione di Zanon.

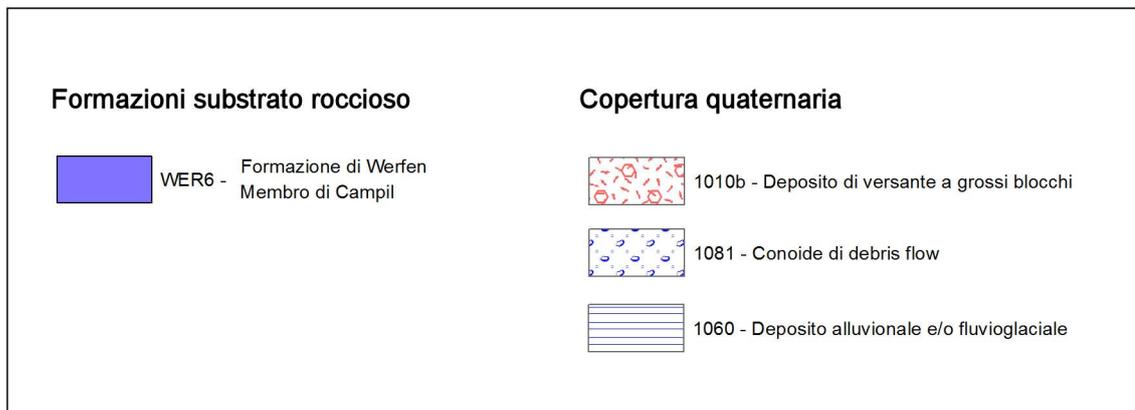
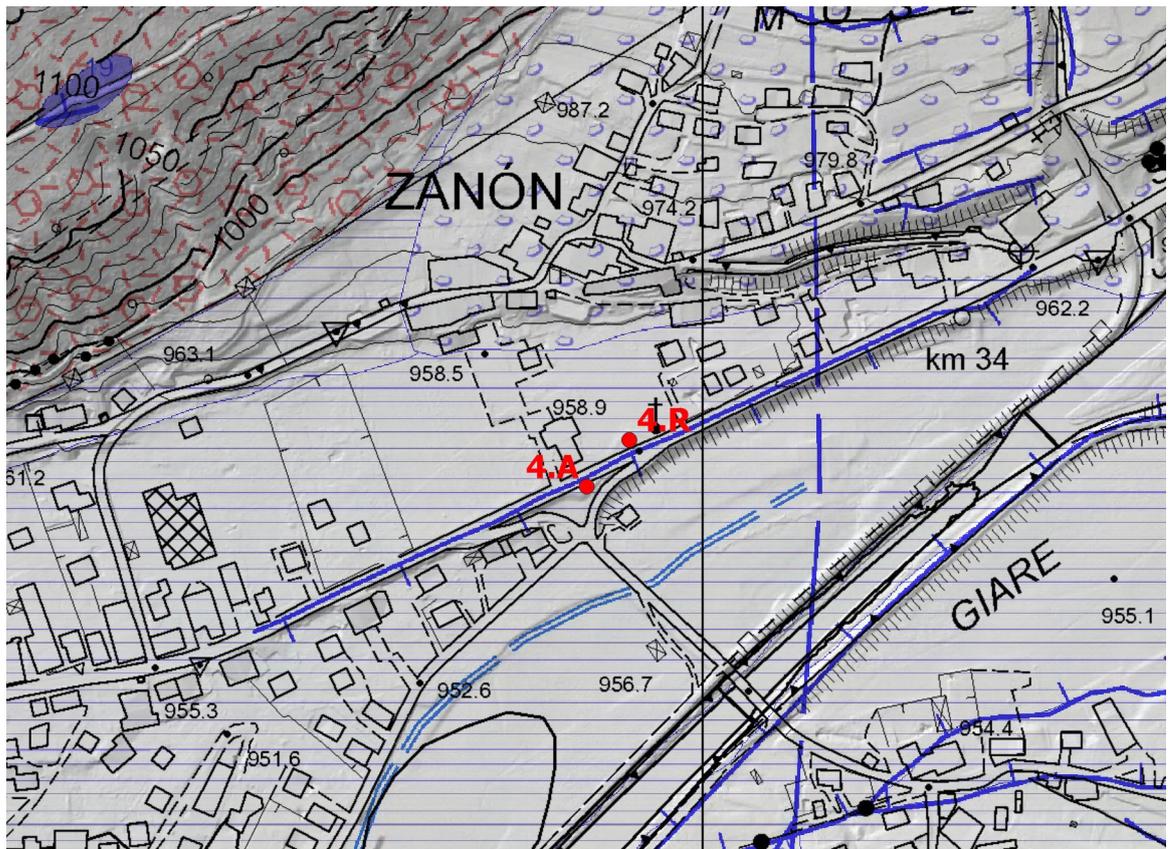


Fig. 4 – Carta geologica (scala 1:5.000)

Questi depositi sono costituiti da materiale clastico granulometricamente piuttosto eterogeneo e con frazione pelitica tendenzialmente maggiore rispetto ai depositi alluvionali. La struttura risulta essere prevalentemente massiva (depositi originati da colate detritiche) con solo locali accenni di stratificazione, causati da temporanei e circoscritti eventi di deposizione prodotti da correnti trattive. I clasti risultano sempre poligenici ma con una netta prevalenza di litologie presenti nel bacino idrografico del corpo idrico che li ha trasportati.

2.2. Substrato prequaternario

Come accennato al paragrafo precedente, i depositi quaternari sciolti, nell'area oggetto degli interventi di progetto, ricoprono ubiquitariamente il substrato roccioso prequaternario, con spessori piuttosto elevati (si vedano le indagini geofisiche al paragrafo 3.1.).

Nell'area di studio il substrato roccioso risulta costituito dalle porzioni inferiori della Formazione di Werfen, costituita da rocce sedimentarie ben stratificate marnoso carbonatiche. Ai fini progettuali, considerando sia la profondità stimata dell'interfaccia substrato roccioso – copertura quaternaria, sia le caratteristiche dimensionali degli interventi di progetto, il substrato non risulta interferire dal punto di vista geotecnico con le azioni progettuali e pertanto non verrà preso in considerazione nel modello geotecnico (cfr. capitolo. 6.).

2.3. Stabilità geomorfologica del sito

L'area su cui verranno realizzate le opere in progetto risulta ampiamente antropizzata e caratterizzata da condizioni di stabilità geomorfologiche nel complesso buone con l'assenza di processi morfogenici attivi o quiescenti. La scarpata che delimita i terrazzi alluvionali presenti nell'area di intervento progettuale risulta inattiva ed esterna alle aree di penalt  da processi idraulici. Anche forme riconducibili a fenomeni di ruscellamento di acque superficiali risultano assenti. Non si prevede pertanto che alcun processo morfogenico possa interferire in modo significativo con i lavori previsti.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE

Al fine di pervenire ad una migliore definizione del modello stratigrafico e geotecnico di riferimento, funzionale ad una più razionale progettazione, sono state programmate alcune indagini, sia di tipo diretto (pozzetto geognostico), sia di tipo geofisico, così come verranno descritte nei successivi paragrafi.

3.1. Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche sono consistite in una prospezione di tipo elettrico eseguita direttamente dal Servizio Geologico, mediante uno stendimento lineare a 32 elettrodi con interdistanza elettodica di 2 m e lunghezza complessiva di 62 m.

L'ubicazione delle prospezioni è riportata in fig. 5

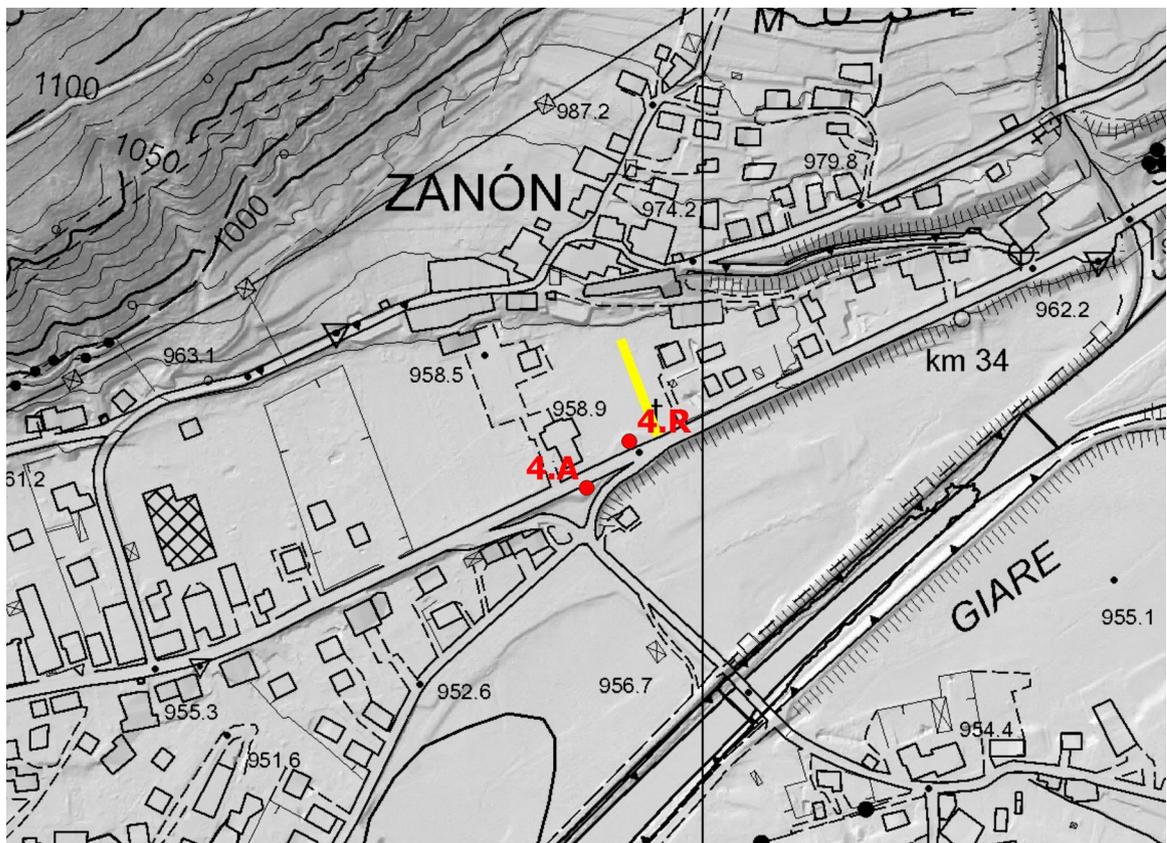


Fig. 5 – Ubicazione indagini geofisiche (linea gialla) (scala 1:5.000)

La prospezione geofisica è stata eseguita assumendo le configurazioni quadripolo Schulmberger, Wenner e Dipolo-Dipolo. I dati sono stati poi opportunamente elaborati per ottenere tomografie 2D indicanti la distribuzione continua della resistività del terreno in corrispondenza della sezione sottesa allo stendimento (fig. 6).

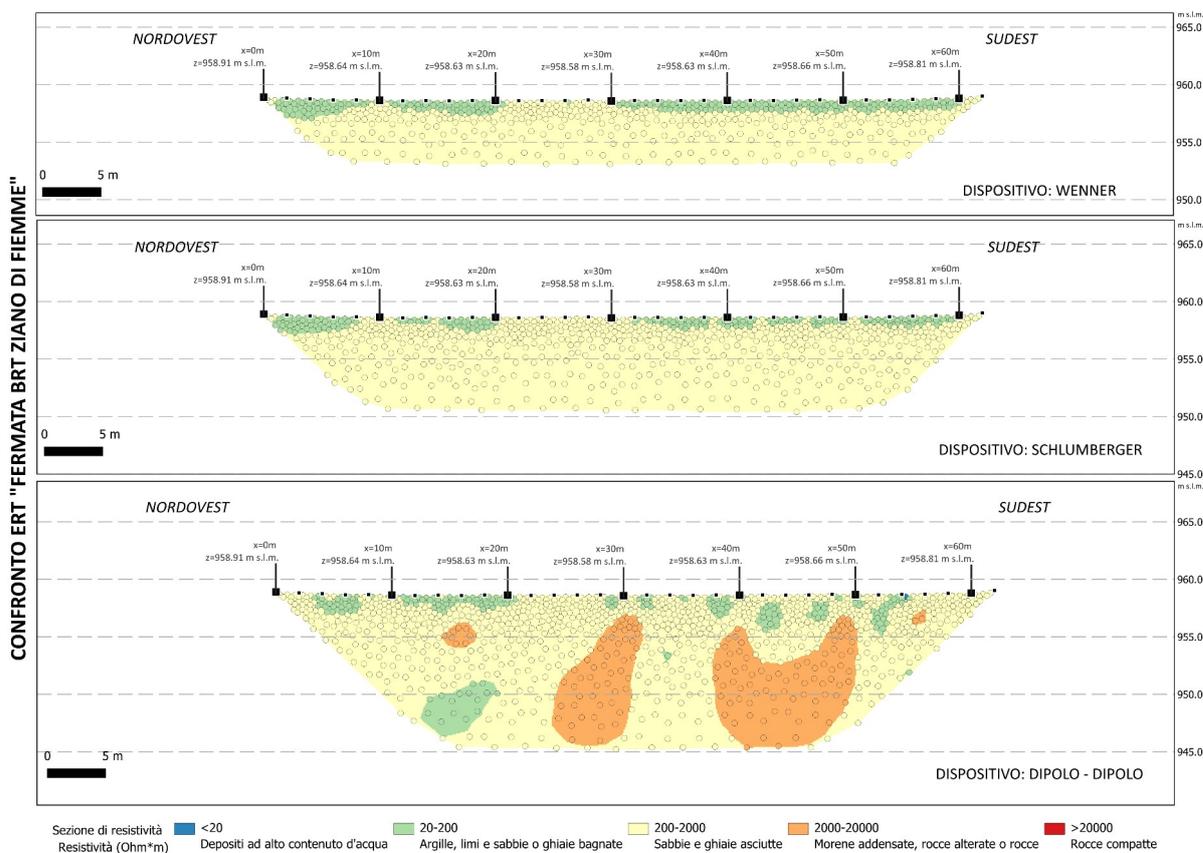


Fig. 6 – Tomografia 2D con distribuzione dei valori di resistività del terreno

I dati ottenuti dalle tre configurazioni adottate appaiono complessivamente tra loro molto congruenti, con l'individuazione di un primo livello superficiale più conduttivo, di spessore submetrico e attribuibile allo strato di suolo a maggior contenuto di sostanza organica. Ad esso segue un orizzonte piuttosto omogeneo avente resistività comprese tra 200 e 2000 Ωm , che si sviluppa senza apprezzabili variazioni litologiche sino a profondità di circa 25 m ed oltre e coincidente con il deposito alluvionale descritto al par. 2.1, punto 1. Tale orizzonte non appare contenere significativi livelli resistivi indicanti possibili strati pelitici.

Va osservato che le disomogeneità elettriche evidenziate dalla configurazione dipolo-dipolo in fig. 6 (sezione in basso), sono attribuibili a variazioni di umidità presenti all'interno del sedimento, piuttosto che a variazioni di tipo litologico-granulometrico.

Inoltre la prospezione geofisica non evidenzia, nella porzione di sedimenti indagata, la presenza di acquiferi saturi.

3.2. Pozzetto esplorativo

In aggiunta alla prospezione geofisica sopra descritta, nella zona prossima alla fermata 4. A, alla base della scarpata presente in fregio alla SS n. 48 (fig. 7), è stato realizzato mediante escavatore meccanico, un pozzetto esplorativo al fine di verificare in dettaglio le caratteristiche deposizionali e granulometriche della sequenza deposizionale più superficiale presente in questa porzione di area (fig. 8) e che costituirà il terreno di fondazione della prevista struttura di sostegno a sud rilevato in progetto. Lo scavo è stato arrestato ad una profondità di 1,5 m.

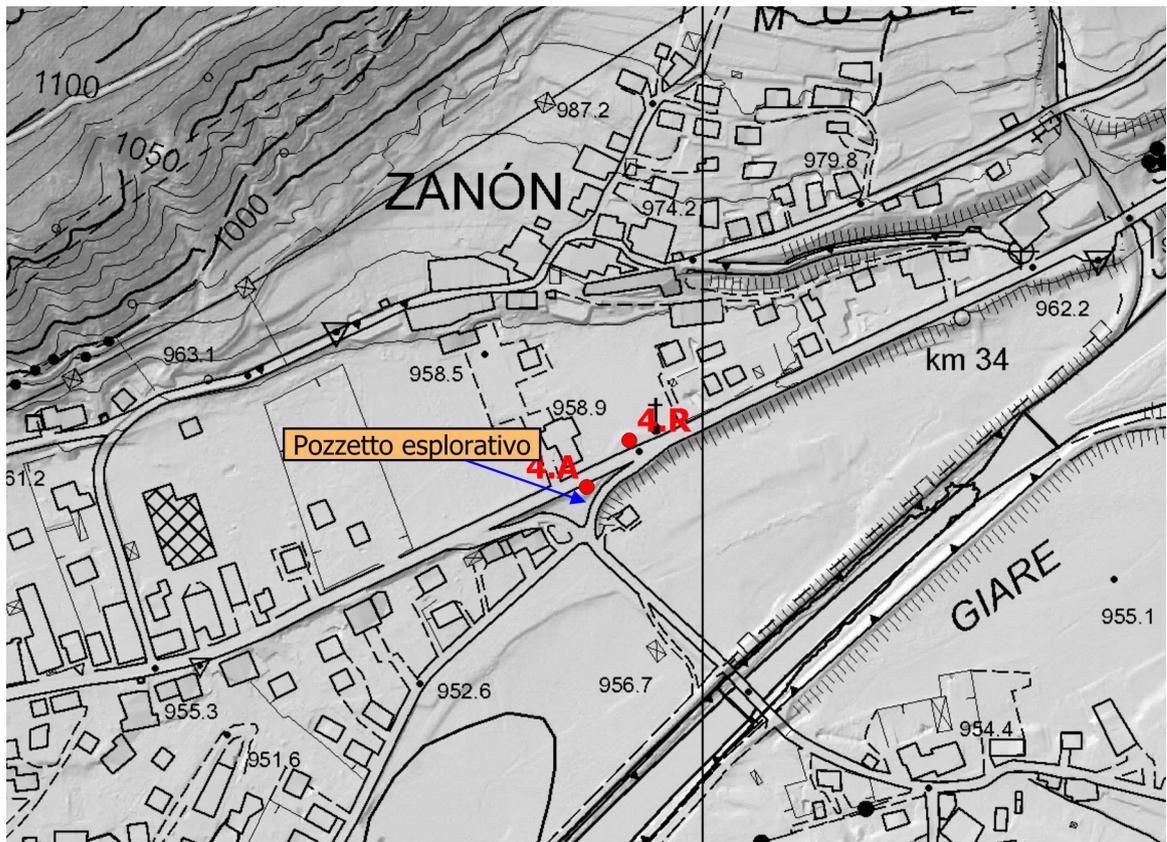


Fig. 7 – Ubicazione pozzetto esplorativo

La porzione indagata risulta pertanto stratigraficamente costituita dalle seguenti litologie:

profondità (m)		Litologia
da	a	
0	0,30	Sabbia limosa con ghiaia; matrice con significativa frazione organica
> 0,30		Ghiaia sabbioso limosa priva di struttura con clasti poligenici arrotondati



Fig. 8 – Fronte scavo del pozzetto geognostico

Al di sotto di un modesto strato pluridecimetrico di suolo sabbioso con significativa frazione organica, il deposito appare costituito dal sedimento di origine alluvionale avente granulometria piuttosto grossolana (ghiaie sabbioso limose) e privo di strutture sedimentarie. Va rilevato che il deposito appare ampiamente rimaneggiato, verosimilmente in occasione della costruzione del rilevato su cui è posta attualmente la strada statale n. 48.

3.3. Modello stratigrafico locale

Le indagini geofisiche e geognostiche eseguite sul sito di progetto consentono di ricavare per la zona direttamente investigata la seguente stratigrafia, semplificata ai fini della modellazione geotecnica e di seguito descritta a partire dagli strati più superficiali:

1. primo strato superficiale costituito da un suolo sabbioso con ghiaie e significativa frazione organica, relativamente poco addensato, a clasti di diametro anche decimetrico, avente spessore di circa 0,3 m. ;
2. secondo strato costituito dal deposito alluvionale relativamente addensato, con spessore di almeno 25 m;
3. substrato roccioso stratificato a composizione marnoso carbonatica presente a partire da profondità superiori a 25 m (Formazione di Werfen).

4. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Lo schema litologico delineato e descritto nel capitolo precedente, può restituire un assetto stratigrafico nel dettaglio assai complesso ed eterogeneo. Va tuttavia evidenziato, soprattutto ai fini della ricostruzione del modello idrogeologico funzionale al progetto in esame, come le principali caratteristiche idrogeologiche delle diverse unità stratigrafiche presentiti in sito, non presentino marcate differenze.

4.1. Unità idrogeologiche

I terreni presenti nell'area possono pertanto essere sinteticamente suddivisi in due unità idrogeologiche distinte:

1. **Prima unità idrogeologica:** è costituita dall'insieme di tutti i depositi sciolti quaternari (depositi alluvionali e depositi di debris flow). La permeabilità risulta essere per porosità primaria, in valori nel complesso medio bassi. I depositi alluvionali presentano permeabilità leggermente superiori rispetto ai depositi di debris flow, con valori non isotropi condizionati dalla presenza all'interno di essa della stratificazione (presenza di non rari livelli di ghiaie clastosostenute con scarsa matrice pelitica). Per questo deposito può pertanto essere assunta una permeabilità di circa 10^{-6} m/s in senso verticale e di 10^{-5} m/s in senso orizzontale;
2. **Seconda unità idrogeologica:** rappresentata dal substrato roccioso che nell'area di influenza dell'opera è prevalentemente marnoso carbonatico (formazione di Werfen). Si tratta di un'unità con permeabilità piuttosto ridotta (per fessurazione), tale da determinare all'interfaccia con le sovrastanti coperture quaternarie, un limite idrogeologico di tamponamento.

4.2. Modello idrogeologico

L'individuazione delle precedenti unità idrogeologiche e la definizione delle loro caratteristiche di permeabilità, consentono di ricostruire un modello di circolazione idrica sotterranea piuttosto semplice. Il limite idrogeologico tra prima e seconda unità è definibile come limite di tamponamento.

La prima unità idrogeologica risulta a diretto contatto con il corpo idrico principale rappresentato dal Torrente Avisio, condizione che la rende sede di una importante falda acquifera di subalveo direttamente alimentata dal torrente medesimo, con flusso sotterraneo parallelo al deflusso di superficie.

In considerazione buona conducibilità orizzontale propria dei depositi alluvionali e dai rapporti di alimentazione, sulle sezioni trasversali al corso d'acqua la superficie freatica all'interno dell'acquifero si presenta a quota coincidente con la superficie libera del torrente in prossimità di esso e solo leggermente più depressa allontanandosi da quest'ultimo; tale considerazione, unita al verificato dislivello esistente tra alveo del corpo idrico e sito di interesse (circa 7 m rispetto alla base della scarpata presente in corrispondenza della fermata 4.A), consente di prevedere in quest'ultimo punto una quota falda posta in condizioni ordinarie a non meno di 8 - 10 m di profondità dal piano campagna. Tale profondità può ridursi comunque a circa 5 m in occasione di eventi di piena del Torrente Avisio particolarmente severi. Per tale ragione si ritiene opportuno considerare, nelle verifiche sulla capacità portante delle fondazioni, quest'ultima posizione della falda freatica.

Per quanto riguarda il reticolo di deflusso superficiale, si rileva che nell'area strettamente limitrofa alla zona di intervento, non si rinvennero corpi idrici permanenti o comunque significativi.

5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il sito di progetto non rientra nell'anagrafe dei siti da bonificare redatto dalla Provincia Autonoma di Trento e neppure all'interno delle macroaree interessate da fenomeni naturali con superamento delle CSC individuate con Deliberazione della Giunta provinciale n. 1666 del 3 luglio 2009.

Non vi è inoltre la previsione progettuale di un esubero del materiale prodotto dalle operazioni di scavo; tutti i volumi provenienti dagli sterri verranno utilizzati nell'ambito del cantiere.

Il presente studio individua nell'area direttamente interessata dalle opere in progetto, la presenza di terreni naturali (depositi glaciali), oggetto comunque di recenti lavori di rimodellamento che hanno implicato un loro rimaneggiamento antropico.

Per questo motivo e per la vicinanza con una struttura viaria con significativo traffico (SS. n.48), si ritiene opportuno provvedere nelle successive fasi progettuali ad un campionamento del terreno, con almeno due campioni, al fine di determinare gli elementi di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 (Tabella 1, Allegato V della Parte Quarta).

6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO

Stante le caratteristiche stratigrafiche del sito di indagine e le caratteristiche dimensionali dell'opera che si intende realizzare, il modello geotecnico può essere facilmente sintetizzato con l'assunzione di un modello ad un solo strato costituito dal deposito alluvionale; viene pertanto trascurato il sottile livello di suolo posto in posizione più superficiale che comunque anche nella fase di realizzazione del piano di imposta fondazionale delle strutture di sostegno, dovrà essere asportato. L'interfaccia tra coperture quaternarie sciolte e ammasso roccioso può essere considerata con giacitura subparallela al versante, ad una profondità piuttosto elevata (superiore a 25 m) e tale da consentire di ritenere il volume di interferenza dell'opera interamente all'interno del deposito quaternario. Considerando le modestissime azioni suolo-strutture inducibili dalle opere previste in progetto e la fase progettuale a cui questo elaborato fa riferimento, di seguito si forniscono le indicazioni di massima circa i principali parametri geotecnici del terreno interessato dai lavori, derivati da indagini svolte in siti collocati in contesti geologici e depositi analoghi:

Tab. 6.1 - Principali parametri geotecnici dei litotipi

Litotipo	SPESSORE	CARATTERISTICHE FISICHE		RESISTENZE AL TAGLIO	
		Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo d'attrito	Coesione
	γ	γ_{sat}	φ'	c'	
	m	kN/m ³	kN/m ³	gradi	kPa
Deposito alluvionale	>25	19,0	20,0	33	5 (apparente)

In fase esecutiva dovranno comunque essere verificate le reali caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche del sedimento.

7. PERICOLOSITA' SISMICA

La pericolosità sismica di un sito è identificata, secondo le NTC 2018, dalla probabilità che in un certo lasso di tempo, nel sito in oggetto, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari al valore prefissato. Nelle stesse norme tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” V_r mentre la probabilità viene denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” P_{VR} .

Operativamente si definisce la pericolosità sismica del sito attraverso la determinazione dei tre seguenti parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- 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 di accelerazione orizzontale.

tali parametri, ricavabili dall'Allegato B delle NTC 2018 in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno T_r , sono riferiti a siti sismicamente rigidi (categoria A della tabella 3.2.II delle NTC 2018) con superficie topografica orizzontale (categoria T1 della tabella 3.2.III delle NTC 2018). Da queste grandezze è quindi possibile ricavare in maniera compiuta e previa una più puntuale caratterizzazione le caratteristiche spettrali dell'evento sismico atteso e pertanto definire le relative azioni sismiche.

7.1. Periodo di riferimento V_r e Tempo di ritorno T_r

Il Tempo di ritorno T_r viene determinato dal Periodo di riferimento V_r (funzione della vita nominale dell'opera e della sua classe d'uso) e degli stati limiti definiti al paragrafo 3.2.1 delle NTC 2018 che qualificano i valori della Probabilità P_{VR} , secondo la seguente tabella:

Stati Limite		PVR : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

dove:

1. **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
2. **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;
3. **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
4. **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Nel caso in esame, trattandosi di opera pubblica inerente una struttura viaria, in ottemperanza alla *“Prima direttiva per l'applicazione del Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008 in materia di nuove norme tecniche per le costruzioni”*, sono stati assunti dal progettista i seguenti parametri:

Vita nominale dell'opera V_n : **100 anni**;

Classe d'uso (paragrafo 2.4.2 delle NTC 2018): **III**;

da cui si ricava (tabella 2.4.II delle NTC 2018) il seguente coefficiente

Coefficiente d'uso C_u : **1,5**.

Il Periodo di riferimento V_r viene pertanto ricavato dalla seguente espressione:

$$V_r = V_n \cdot C_u$$

e quindi:

Periodo di riferimento V_r : **150 anni**

Per la determinazione del Tempo di ritorno T_r , si fa ricorso all'espressione:

$$T_r = \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})}$$

da cui si ricava la successiva tabella:

Stati Limite	Probabilità di superamento P_{VR}	Tempo di ritorno T_r
SLO	81%	90
SLD	63%	151
SLV	10%	1424
SLC	5%	2475

7.2. Pericolosità sismica di base

Ricavato il tempo di ritorno per ogni singolo stato limite è possibile definire per ognuno di essi il valore per i tre parametri a_g (accelerazione orizzontale massima al sito), F_o (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T^*_c (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale) riferito al sito di progetto. Tali valori consentono di caratterizzare la cosiddetta pericolosità sismica di base, riferita cioè ad un sito rigido ed a topografia orizzontale.

Il valore a_g è ricavato direttamente dalla "Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale" prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e resa cogente dall'ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006, mentre F_o e T^*_c , tabulati nell'allegato B delle NTC 2008, sono calcolati in modo tale che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC 2008 approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Considerando il punto di intervento avente le seguenti coordinate geografiche (datum WGS84):

Latitudine: **46.288499°**

Longitudine: **11.569478°**

per interpolazione lineare è possibile ricavare dai tabulati dell'allegato B i seguenti valori:

Stati Limite	a_g [g]	F_o	T^*_c [s]
SLO	0,040	2,550	0,270
SLD	0,048	2,513	0,312
SLV	0,103	2,677	0,402
SLC	0,123	2,680	0,431

7.3. Risposta sismica locale

Al fine di tenere conto della topografia del sito e delle reali caratteristiche stratigrafiche e geometriche del volume di terreno interessato dall'opera, entrambi fattori in grado di produrre significative modificazioni dell'azione sismica in superficie rispetto alle previsioni prodotti per siti rigidi e pianeggianti (pericolosità sismica di base), vengono di seguito identificate le categorie del suolo di fondazione e le categorie topografiche, sulla base delle indicazioni prodotte nelle rispettive tabelle 3.2.II e 3.2.III contenute nelle NTC 2018 e di seguito riportate.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 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 $i > 30^\circ$

Alla luce delle considerazioni espresse nei capitoli relativi e delle indagini geofisiche compiute, possono essere indicate le seguenti categorie:

Categoria di sottosuolo: **B**

Categoria topografia: **T2**

7.4. Coefficienti sismici

Mediante il software “GeoStru Parametri Sismici” vers. 1.5, prodotto dall’azienda GeoStru Software, sono stati quindi determinati i relativi coefficienti sismici secondo le metodologie previste dalle NTC 2018 e relativi a muri di sostegno in grado di subire spostamento:

	S_s	C_c	S_t	K_h	K_v	A_{max} [m/s²]	Beta
SLO	1,20	1,43	1,20	0,000	-	0,561	-
SLD	1,20	1,39	1,20	0,033	0,016	0,683	0,470
SLV	1,20	1,32	1,20	0,056	0,028	1,457	0,380
SLC	1,20	1,30	1,20	0,000	-	1,739	-

CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta su richiesta del Servizio Opere Stradali e Ferroviarie della Provincia Autonoma di Trento, a supporto del progetto di ampliamento delle piazzole di fermata presso l'abitato di Ziano sulla SS 48 in corrispondenza dello svincolo per loc. Roda, previsto per l'organizzazione dei giochi olimpici invernali 2026.

Le caratteristiche geologiche del sito risultano pienamente compatibili con le opere previste, stante anche i modesti interventi che le stesse comportano. Nell'area in oggetto non si ravvisa inoltre alcun processo morfogenico in grado di produrre effetti negativi in termini di stabilità, durata o sicurezza verso le opere e le relative utenze.

Nella presente relazione vengono forniti modello geotecnico e relativi parametri geotecnici di massima, propri di terreni con caratteristiche meccaniche medie.

Sono state inoltre fornite le grandezze di riferimento previste per la definizione della pericolosità sismica e dei coefficienti sismici.

Trento, luglio 2025

Il relatore
dot. geol. Paolo Campedel

