



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
SERVIZIO GESTIONE STRADE




LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA S.S. 421 DEI LAGHI DI MOLVENO E TENNO, AL Km. 3,150 CIRCA, NEL COMUNE DI SPORMAGGIORE



TITOLO	ELABORATO N.	FASE PROGETTO	TIPO ELAB.	CATEGORIA
RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA	07	E		
		PARTE D'OPERA	N° PROG.	SCALA

SUPPORTO TECNICO E SERVICE	DATA REDAZIONE: novembre 2024	COPIA N.:
----------------------------	-------------------------------	-----------

PROGETTISTA: (Responsabile del Settore 4) Dott. Ing. David Tamanini 	Visto: IL DIRETTORE DELL'UFFICIO  Dott. Ing. Italo Artico	Visto: IL SOSTITUTO DIRIGENTE (R.U.P.)  Dott. Ing. Filiberto Bolego
---	---	---

REDATTA DA: Dott. Geol. Lino Berti		TIMBRO 
--	--	---



NOME FILE:		
------------	--	--



LB geologia

Studio di Geologia Applicata e Ambientale
Dott. Geol. Lino Berti

Via Castro Corona, 30 - 38010 Denno (TN)
Tel./fax +39 0461/65.50.40
Cell. 335/82.19.891
www.lbgeologia.it info@lbgeologia.it
C. F. BRT LNI 62L07 C794P - P.I. 01224660223

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

COMUNE DI SPORMAGGIORE

COMMITTENTE

P.A.T. – SERVIZIO GESTIONE STRADE

**PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DI MURI DI SOSTEGNO SU
S.S. 421 AL KM 3,100**

- Relazione geologica e tecnica -

il geologo

il progettista

dott. geol. Lino Berti

Ordine dei Geologi
Trentino - Alto Adige
iscrizione n° 95



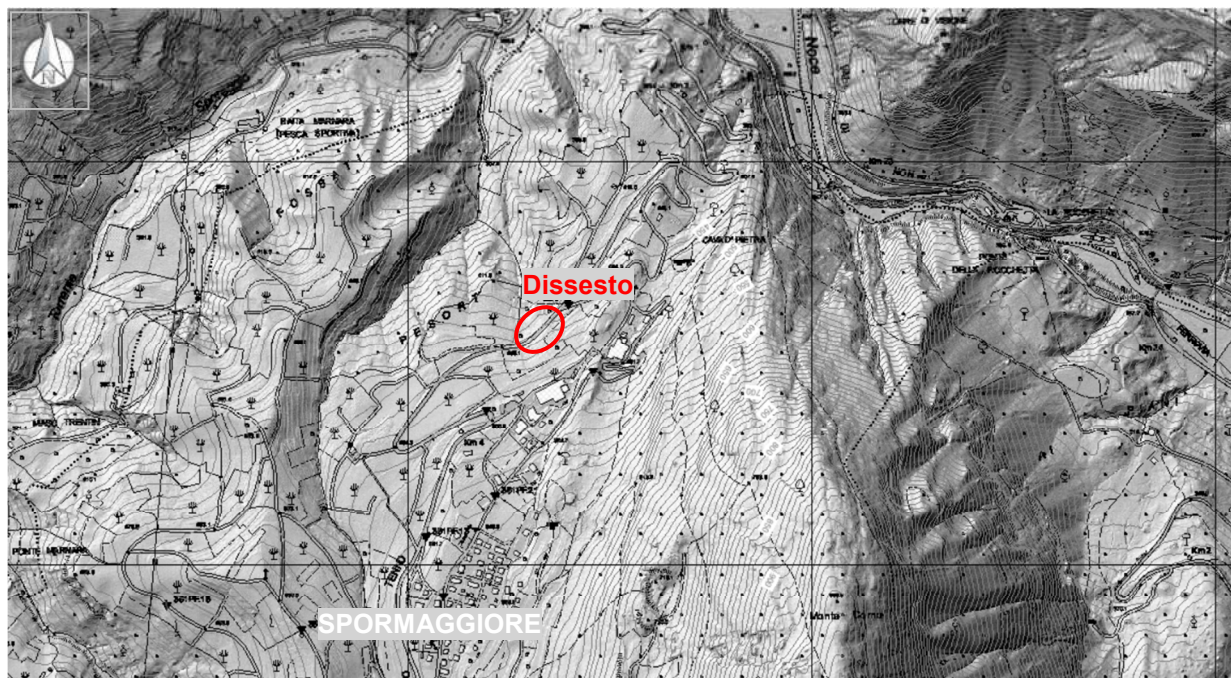
1. PREMESSA E UBICAZIONE DELL'AREA

A seguito della segnalazione di un principio di crollo di un muro di controripa al km 3+100 circa della S.S. 421 dei laghi di Molveno e Tenno, che collega il fondovalle del Noce con l'abitato di Spormaggiore, in data 30 ottobre 2024 lo scrivente ha effettuato un sopralluogo per verificare la reale situazione del dissesto e dare indicazioni circa gli interventi necessari.

Il dissesto interessa un breve tratto di muro di controripa in sassi squadrati, alto ca. 1.8 m nel punto di massima altezza e per una lunghezza complessiva di ca. 10 m, realizzato in blocchi di pietra e stabilizzato con malta, a monte del quale è presente una versante per gran parte boscato.

Durante il sopralluogo la struttura muraria si presentava prossima al collasso, con un principio di "spanciamento" e deformazione convessa rivolta verso la strada; molti blocchi risultavano ormai allentati e non più solidali al resto del muro a causa della rottura della malta, pertanto a rischio di crollo sulla sede stradale; tuttavia, non risulta nessun rilascio di materiale detritico lungo la stessa.

Da una valutazione di carattere visivo e dai rilievi di superficie, si ritiene che la causa dissesto sia legata alla spinta gravitativa dello strato di copertura a componente fine (sabbia, limo e argilla), lungo la scarpata, a tergo del muro, e dello stato di vetustà di quest'ultimo, non più in grado di sostenere la spinta.



Carta Tecnica Provinciale (C.T.P.)
- Sezione 043050 "TUENNO" -

Comune amministrativo:

Spormaggiore

Comuni catastali:

C.C. Spormaggiore

Toponimo (località):

S.S. 73

Particelle fondiarie interessate:

-

Quota altimetrica media:

455 m s.l.m.



*Ortofoto Sistema Informativo Ambientale e Territoriale
- Sezione 043050 "TUENNO" -*

2. INQUADRAMENTO RISPETTO AGLI STRUMENTI URBANISTICI DI CARATTERE GEOLOGICO

2.1.1 1.3.1 Carta di Sintesi della Pericolosità (C.S.P. – P.U.P.)

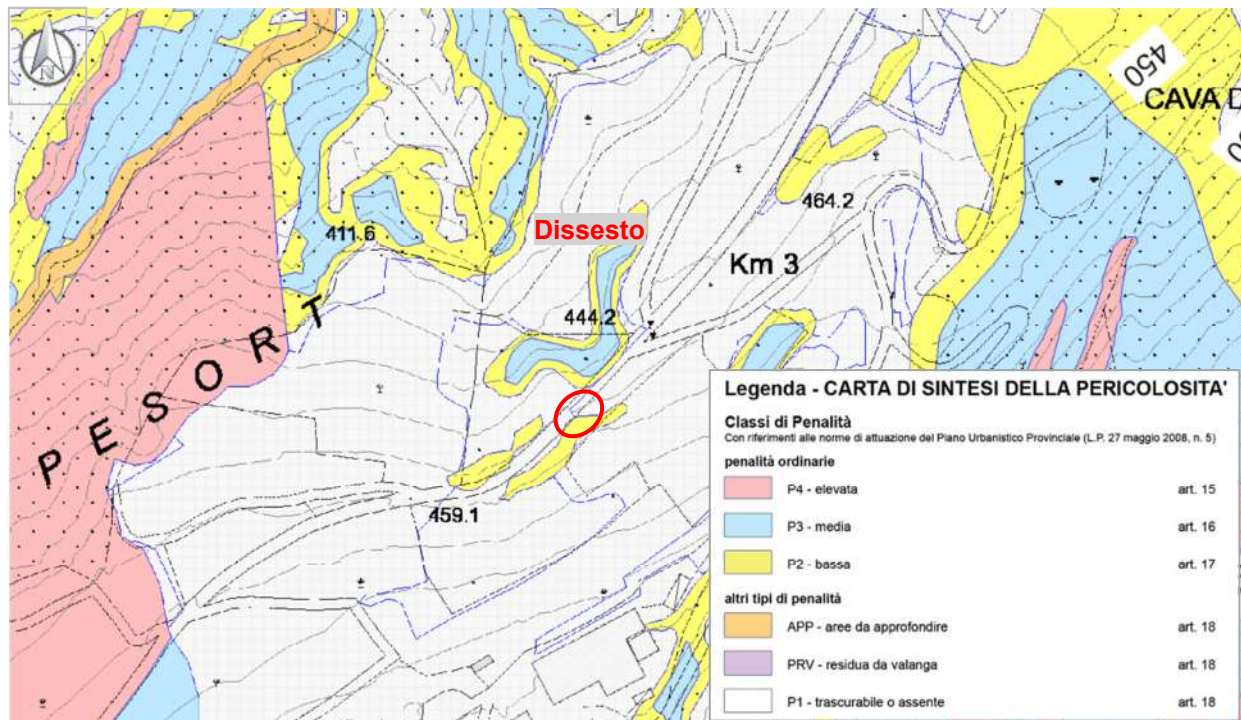
La Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP) è uno degli elementi costituenti il Piano Urbanistico Provinciale PUP (comma 4, lettera d, dell'articolo 21 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15 e comma 1 dall'articolo 3 della legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5) e ha il compito di individuare le aree caratterizzate da diversi gradi di penalità ai fini dell'uso del suolo, in ragione della presenza dei pericoli idrogeologici, valanghivi, sismici e d'incendio boschivo, descritti nelle Carte della Pericolosità (articolo 10 della legge provinciale 1 luglio 2011, n. 9 e articolo 14 dalle legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5). Le "Carte della Pericolosità" e la "Carta di Sintesi della Pericolosità" sono state approvate su tutto il territorio provinciale tramite D.G.P. 1317/20 del 04.09.2020 e sono entrate in vigore il giorno 02 ottobre 2020, giorno successivo alla pubblicazione nel B.U.R.

Con l'entrata in vigore della Carta di Sintesi della Pericolosità hanno cessato di applicarsi le disposizioni della "Carta di Sintesi Geologica" e le disposizioni in materia di uso del suolo del "Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche" (assetto idrogeologico P.G.U.A.P.).

Con riferimento alle attività di aggiornamento delle Carte della Pericolosità (art. 10 L.P. 9/2011) e della Carta di Sintesi della Pericolosità (art. 22 L.P. 15/2015) previste dai rispettivi documenti tecnici di riferimento, il 29 settembre 2023 la G.P. con le delibere n°1737 e n°1748 ha approvato il primo aggiornamento delle Carte della Pericolosità (CaP) e della Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP) come passo finale dell'attività sul territorio svolta dalle strutture competenti in materia di pericolo idrogeologico e

urbanistica a partire dall'approvazione generale degli strumenti (4 settembre 2020) ad oggi. Le nuove mappature sono entrate in vigore il 06 ottobre 2023, giorno successivo alla pubblicazione delle deliberazioni nel B.U.R.

La figura seguente riporta un estratto della “Carta di Sintesi della Pericolosità”, nella quale è perimetrata in rosso l’area oggetto dei lavori. L’intervento rientra nelle “Aree con penalità bassa – P2” (regolate dall’art. 17 – delle N.d.A del P.U.P), dove la pericolosità è di tipo lito - geomorfologico;



Carta di Sintesi della Pericolosità (P.U.P.)
- Estratto WebGis -

Le Norme di Attuazione della Carta di Sintesi della Pericolosità (“Allegato C” alla D.G.P. 1317/20) stabiliscono quanto segue:

➤ **Aree con penalità basse – P2 (art. 17)**

Nelle aree con penalità basse sono ammessi, oltre agli interventi consentiti ai sensi degli articoli 15 e 16, le sole attività di trasformazione urbanistica ed edilizia aventi caratteristiche costruttive e di utilizzazione compatibili con le locali condizioni di pericolo, secondo quanto previsto dai piani regolatori generali, tenuto conto dei criteri stabiliti dalla Giunta provinciale ai sensi dell’articolo 14, comma 3, e delle disposizioni della legge urbanistica. I relativi progetti sono corredati da un’apposita relazione tecnica che attesta la compatibilità e assicura l’adozione degli accorgimenti necessari per garantirne la funzionalità anche al manifestarsi degli eventi attesi.

Tuttavia, le stesse N.d.A. prevedono anche delle esclusioni, elencando una serie di interventi, come nel caso in esame, per i quali non occorre redigere lo Studio di Compatibilità (v. cap. 5 delle N.d.A. allegato C); in particolare, la lettera “j” riporta quanto segue:

“Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture per la mobilità esistenti con consolidamento di rampe e scarpate e sistemazione, rettifica e adeguamento della sezione viaria, compresa la regimazione delle acque mediante cunette e drenaggi, la sistemazione di parapetti o barriere antirumore”.

Pertanto, in base a quanto sopra riportato, trattandosi di un intervento di somma urgenza per la sistemazione di una criticità idrogeologica, l'intervento di consolidamento della rampa a monte della strada, risulta essere esente dalla stesura della relazione/studio di Compatibilità essendo già il presente documento ed il progetto in esame, volto alla mitigazione della pericolosità locale che ha provocato il dissesto.

3. DESCRIZIONE E CAUSE DEL DISSESTO

Dagli elementi acquisiti durante il sopralluogo, si ritiene che il dissesto possa essere riconducibile alle seguenti concause:

- *Spinta dello strato di copertura a componente fine (sabbia, limo e argilla), allentato, lungo la scarpata a tergo del muro;*
- *Caratteristiche costruttive dell'opera di sostegno e stato di deterioramento: il muro è stato realizzato con blocchi di roccia squadrati e malta, insufficienti a sostenere la spinta generata dal terreno retrostante nel lungo periodo (assenza di armature e fondazioni) e soggetto a degrado progressivo, soprattutto nella componente rappresentata dalla malta;*
- *Possibile imbibimento e saturazione dei terreni durante il periodo autunnale caratterizzato da frequenti ed abbondanti precipitazioni con conseguente aumento di pressioni neutre a tergo del muro.*



Foto 1: vista laterale del muro dove è evidente lo “spanciamento” verso la strada



Foto 2: vista del muro dove si evidenziano i blocchi ormai non più solidali al resto del muro a causa del deterioramento degli strati di malta

4. MODELLO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Il modello geologico-stratigrafico locale è definibile grazie ai rilievi di superficie eseguiti dallo scrivente e dallo scavo iniziale eseguito.

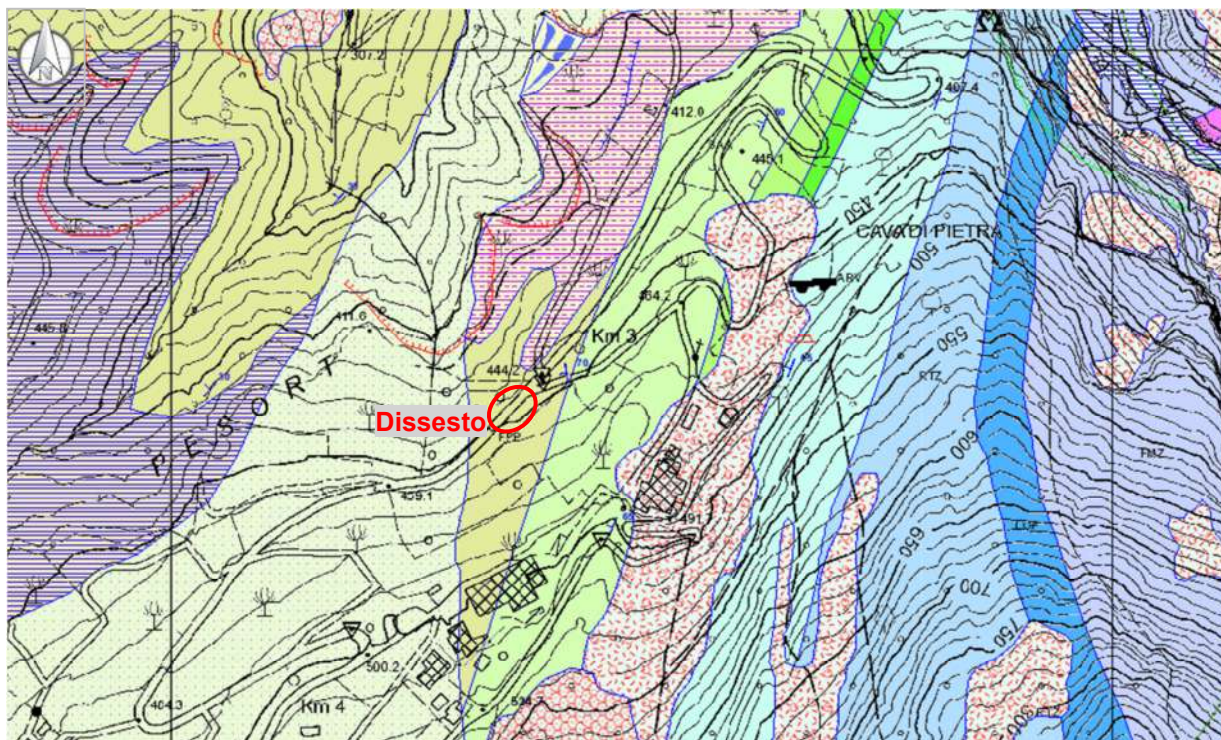
A monte della strada, sotto l'esiguo strato di copertura di suolo sabbioso agrario/forestale, ad alto contenuto di materia organica (spessore $20 \div 30$ cm), si trova un primo strato costituito da depositi glaciali rimaneggiati sabbioso - limosi con ghiaia, allentati dai cicli stagionali di gelo e disgelo e dalle acque d'infiltrazione che permeano la porzione sub-corticale di sottosuolo, causando bassa resistenza al taglio a causa del basso angolo d'attrito e della coesione pressoché nulla del materiale.

Più in profondità, a ca. $-1.0 \div 1.2$ m dal piano campagna, sono presenti depositi glaciali fini limoso - argillosi con ghiaia e rari ciottoli (till indifferenziato), molto compatti e, se asciutti, contraddistinti da buone proprietà geomeccaniche.

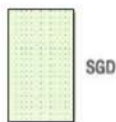
I depositi di copertura hanno spessore variabile e ricoprono direttamente il substrato roccioso calcareo - marnoso. Questo affiora lungo lo scasso stradale qualche centinaio di metri a nord dell'area interessata dalla frana (formazioni della *Scaglia Rossa* e di *Ponte Pià*). Nell'area in studio la roccia non sarà intercettata dato che il substrato si trova a profondità superiore a quelle massime di scavo previste a circa 90-100 cm sotto il piano strada.

Dal punto di vista idrogeologico, il livello di base della circolazione idrica di versante è rappresentato dai depositi glaciali compatti a permeabilità molto bassa; ciò determina una barriera di permeabilità limitando l'infiltrazione in profondità e quindi favorendo l'imbibizione dei terreni costituenti lo strato di copertura a matrice limo-sabbiosa superficiale, di limitato spessore ($1 \div 1.2$ m), causandone il rammollimento.

I depositi glaciali compatti sottostanti, formano pertanto un'interfaccia impermeabile all'infiltrazione delle acque in profondità, generando una superficie sulla quale scorrono le acque di versante che in particolari condizioni di saturazione ed acclività, diventa un piano lubrificato di scivolamento per lo strato di copertura sovrastante.



SISTEMA DEL GARDA



SGD

Diamicton massivi a supporto di matrice limoso-sabbiosa, sovraconsolidati (till d'alloggiamento). *Diamicton* massivi a supporto di clasti e/o di matrice (till d'ablazione e till indifferenziato). *Diamicton*, sabbie, ghiaie, talora clinostatificate, e limi da massivi a laminati (depositi di contatto glaciale e glaciolacustri). Ghiaie massive o grossolanamente stratificate, con intercalazioni sabbiose (depositi fluvio-glaciali). Cementazione generalmente assente. Limite inferiore erosivo; limite superiore coincidente con la superficie topografica o inconforme con SGD₁, SGD₃, SGD₆, SGD₁₂, PTG. Spessore massimo di oltre 90 m. **PLEISTOCENE SUP. P.P.**



FPP

FORMAZIONE DI PONTE PIÀ

Calcarei micritici lastriformi, selciferi, grigio chiari con intercalazioni di marne azzurrognole e prevalenti marne nella parte superiore. Limite inferiore graduale su VAG₃ o VAG₂ o SAA. Spessore: 70 m. **EOCENE MEDIO - SUP.**



SAA

SCAGLIA ROSSA

Calcarei micritici lastriformi (5-15 cm) rossi, selciferi nella parte inferiore, con interstrati marnosi e marne, a foraminiferi *planctonici* e talora *Inoceramus*. Al tetto unità plurimettrica fogliettata ("bancone *maastrichtiano*" *Auct.*) localmente con *hardground* apicale. Limite inferiore graduale o discordante su VAA. Spessore: 70-200 m. **CRETACICO SUP - ?PALEOCENE**

Carta geologica d'Italia – Foglio 043 - Mezzolombardo

- Progetto CARG - Estratto WebGis P.A.T.-

5. MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRAZIONE DEL TERRENO

Nell'area del dissesto possiamo adottare un modello geologico – geotecnico a due strati (escludendo lo strato agrario) ai quali attribuiamo i seguenti parametri geotecnici medi:

Strato 1: *livello superficiale sabbioso e depositi glaciali allentati a matrice sabbioso - limosa con ghiaia sparsa.*

Peso di volume	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito	$\varphi = 30,0^\circ$
Coesione	$c' = 0 \text{ kN/mq}$
Permeabilità	Media

Strato 2: terreno glaciale originario, in posto, a matrice limoso-argillosa, con ghiaia e rari ciottoli, molto compatto:

Peso di volume	$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito	$\varphi = 23^\circ$
Coesione non drenata	$c_u = 8 \text{ kN/mq}$
Coesione efficace	$c' = 20 \text{ kN/mq}$
Categoria sismica di suolo	Tipo B
Permeabilità	Bassa/impermeabile



Foto 3: stratigrafia dello scavo nell'area dei lavori

6. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO PROPOSTI

Attestata la necessità di intervenire in tempi brevi, vista la vetustà della struttura si dovrà prevedere il rifacimento del muro di contenimento.

Costatato che si tratta di una tipologia di dissesto relativamente superficiale, con spessori massimi coinvolti inferiori ai 2 metri, non appare necessario il ricorso ad opere di consolidamento di tipo profondo.

Alla luce del modello geologico e geotecnico locale, l'intervento proposto e concordato con il progettista incaricato, ing. Francesco Gabrielli, prevede il rifacimento del muro con una struttura in c.a..

La nuova opera sarà realizzata con paramento murario interno e fondazione nastriforme in calcestruzzo armato, il cui dimensionamento è riportato nell'immagine seguente. La fondazione andrà impostata nel terreno glaciale compatto (strato 2) ad una profondità di circa 90-100 cm dalla quota asfalto.

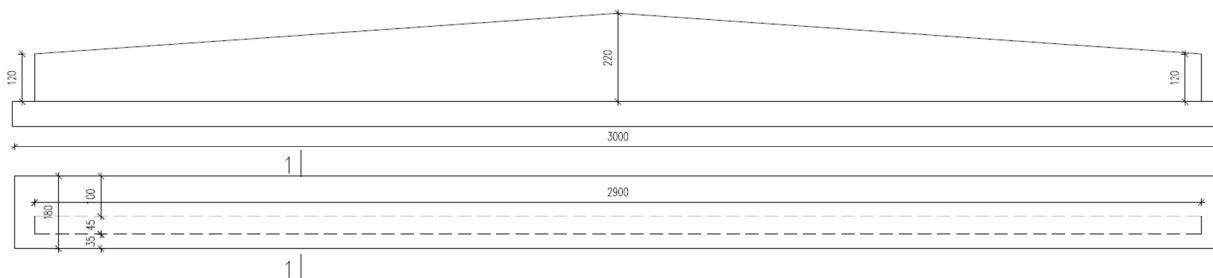


Fig. 1: prospetto del muro di contenimento

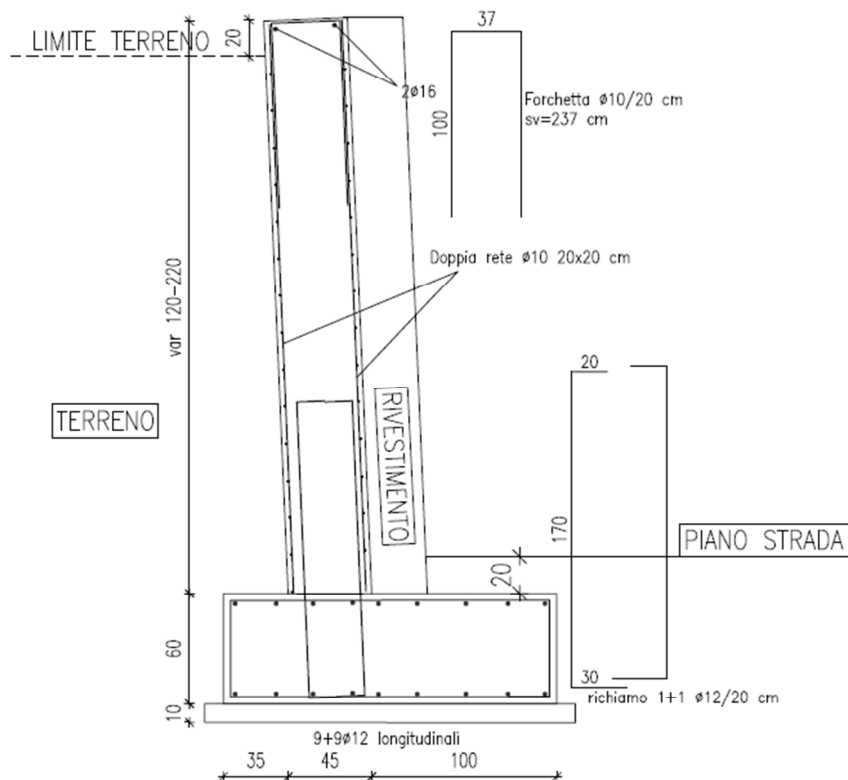


Fig. 2: sezione del muro di contenimento

7. SCAVI

La realizzazione del nuovo muro comporterà scavi che raggiungeranno un'altezza massima nel tratto centrale di circa 3.0 m e altezze minori spostandosi verso i lati.

Data la natura dei materiali a matrice limoso-argillosa sarà necessario eseguire lo scavo in due/tre tratti di circa 10-15 m ciascuno allo scopo di non creare un fronte scavo troppo lungo che potrebbe detensionare il versante.

Durante l'esecuzione dei lavori, a protezione della scarpata di scavo pressochè subverticale, è prevista la posa di blocchi prefabbricati in cls tipo "lego block", al fine di garantire sostegno provvisorio al versante e fronte scavo sicuro.

Sarà necessario verificare preventivamente ad inizio lavori la stratigrafia e natura litologica e geotecnica dei terreni incontrati.

8. CONCLUSIONI

Alla luce della situazione geologica-geotecnica e idrogeologica locale, nel presente elaborato tecnico è descritta la tipologia del dissesto che ha interessato il tratto di muro di controripa a monte della S.S. 421, in corrispondenza delle progr. km 3+100, a valle dell'abitato di Spormaggiore.

Il dissesto interessa un breve tratto di muro a monte della strada provinciale, alto ca. 1.5 m e per una lunghezza complessiva di ca. 10 m, dove si è verificato un principio di "spanciamento" verso la sede stradale, senza rilascio di materiale sulla stessa.

I sopralluoghi e rilievi di superficie effettuati hanno permesso di definire la tipologia e cinematica del dissesto, riferibile alla spinta dello strato di copertura a componente fine (sabbia, limo e argilla), allentato, lungo la scarpata a tergo del muro; la deformazione di quest'ultimo è imputabile alle abbondanti e frequenti piogge autunnali alle caratteristiche costruttive e allo stato di deterioramento della struttura muraria, realizzata con massi fuggati con malta e sprovvisto di fondazioni e/o armature.

Sulla base del modello geologico-stratigrafico e geotecnico rilevato vengono descritte le modalità d'intervento più idonee dal punto di vista tecnico-esecutivo per la sistemazione definitiva dei luoghi e la messa in sicurezza della strada provinciale.

Data la vetustà della struttura, l'intervento prevede il rifacimento completo del muro con struttura in c.a. di altezza variabile fino ad un massimo di 2.2 m.

In generale, se i lavori saranno eseguiti come da progetto, saranno risolte le criticità di tipo geologico-geotecnico e idrogeologico; la realizzazione della nuova opera di consolidamento a monte della strada consentiranno la stabilizzazione definitiva della scarpata, garantendo la stabilità e sicurezza al transito sulla sede stradale.

Denno, novembre 2024

dott. geol. Lino Berti

