



XXVI. GeoalpWintercup 2023
26.01 -28.01.2023

“Strategie di mitigazione del rischio idrogeologico e costruzione di infrastrutture
durevoli e sicure in tempi di cambiamento climatico”

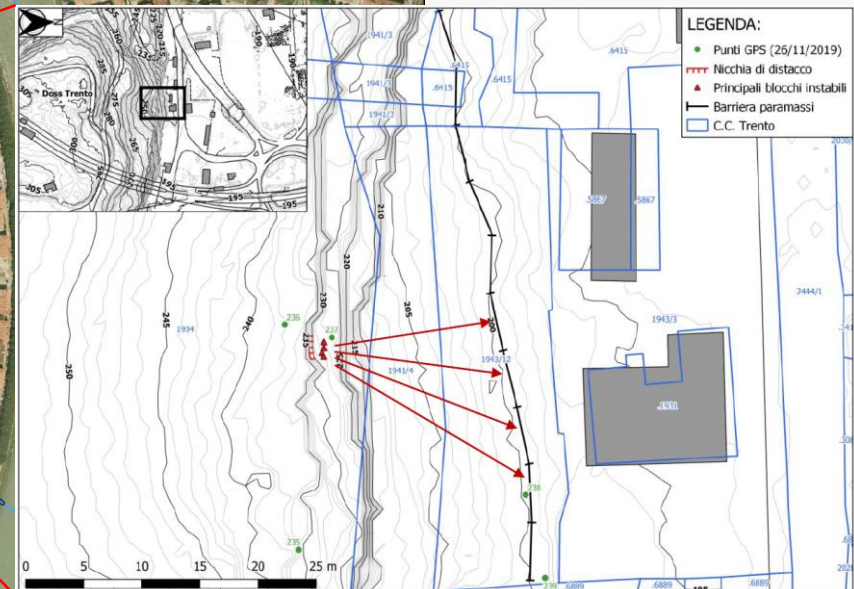
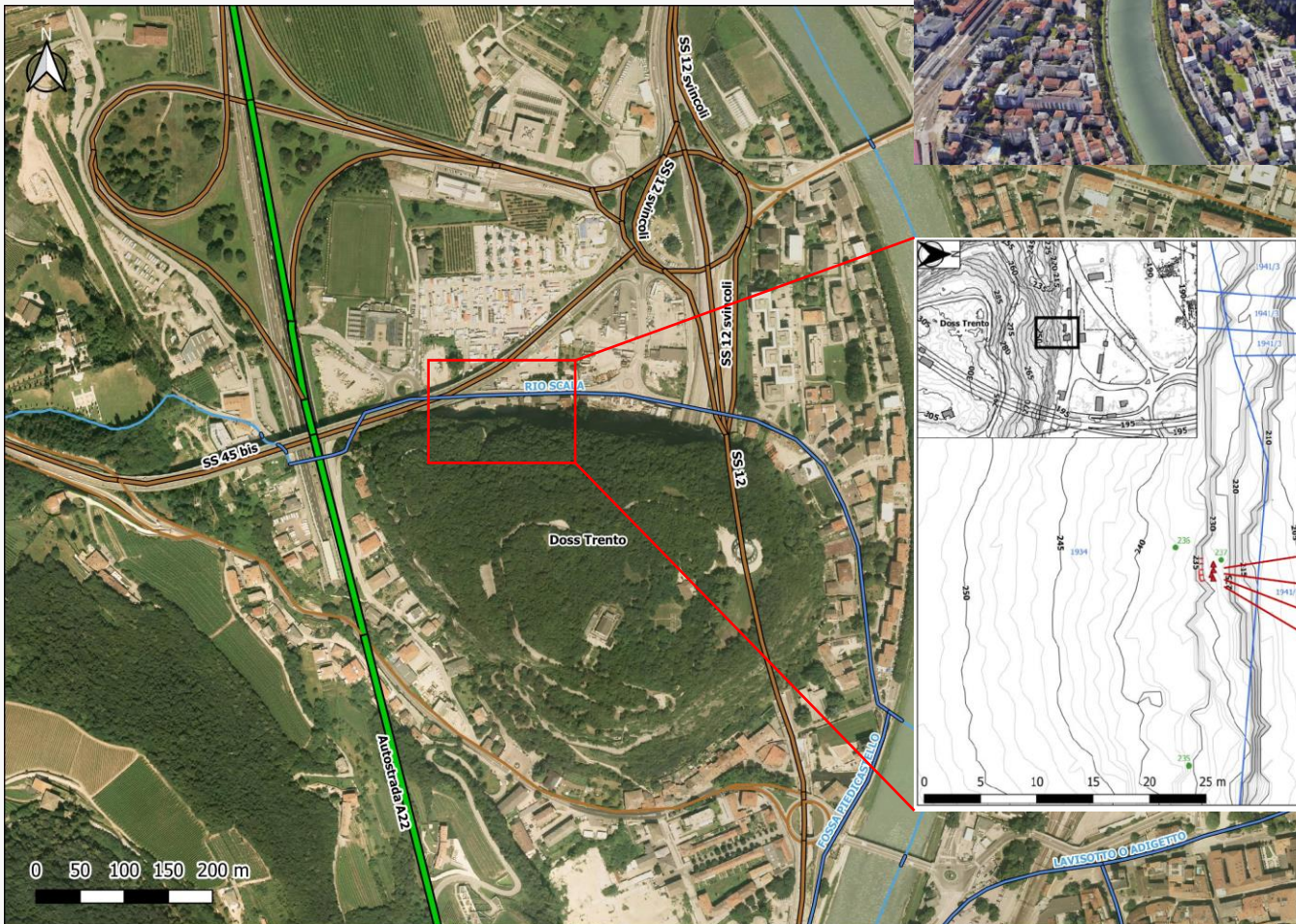
«DALLA SOMMA URGENZA ALLA PROGETTAZIONE DEL
CONSOLIDAMENTO DI UN CROLLO IN ROCCIA AL DOS TRENTO
NEL COMUNE DI TRENTO»



Relatori:
Geol. Gianni Piffer
Ing. Michele Martinelli, ing. Matteo Anderle

INQUADRAMENTO DELL'AREA

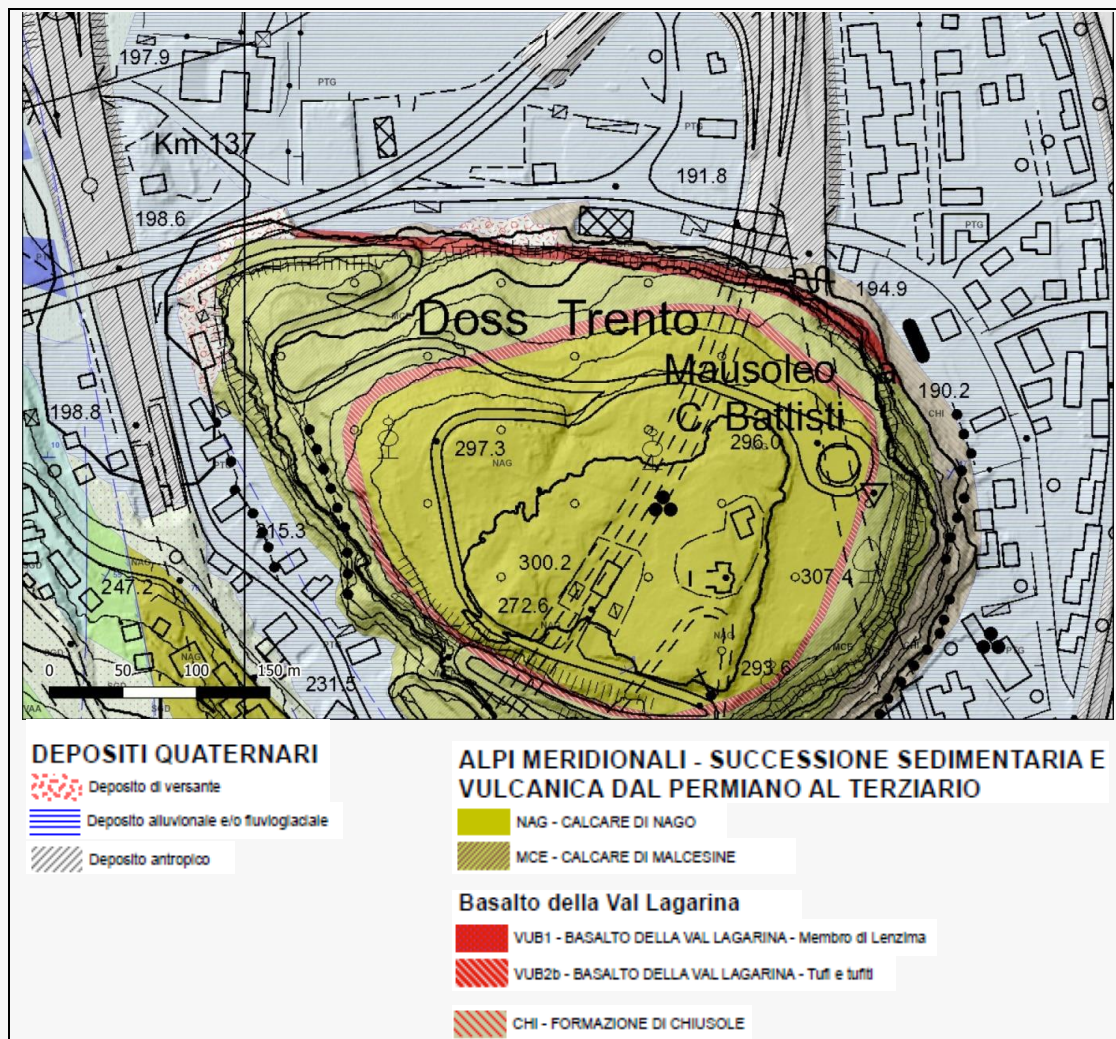
In seguito agli eventi atmosferici avvenuti a fine novembre 2019, nei pressi del civico n. 48 di via Dòs Trento nel Comune di Trento, si è verificato il crollo di una porzione rocciosa e di un tratto di muro a secco in corrispondenza del ciglio superiore della parete nord del Dos Trento. Il distacco ha generato il rotolamento di massi lungo il versante e l'impatto contro una barriera elastoplastica installata al piede della parete a difesa di alcuni edifici.



GEOLOGIA DELL'AREA

Il substrato roccioso affiorante nell'area di studio appartiene alla successione sedimentaria eocenica delle Alpi Meridionali ed in particolare alle seguenti formazioni:

- **Calcare di Nago** (Eocene medio – superiore): alternanza di calcari marnosi e marne scure laminate, in spesse bancate; affiora localmente sulla sommità del Doss Trento, indicativamente a partire da quota 270 m s.l.m., con una giacitura media delle bancate pari a 280/13; il limite inferiore è graduale sul Calcare di Malcesine o netto se marcato da un livello vulcanoclastico.
- **Calcare di Malcesine** (Eocene medio): calcareniti nummulitiche grigio-nocciola e grigio-scuro a granulometria variabile, mal stratificate e con una struttura in prevalenza nodulare decimetrica; sono presenti livelli decimetrici discontinui di argille bentonitiche vulcanoclastiche, responsabili dell'erosione differenziale che, localmente, isola intere porzioni di bancata; costituisce gran parte del massiccio del Doss Trento.
- **Basalto della Val Lagarina** (Eocene inferiore):
Membro del Monte Biaena, Tufi e tuffiti: brecciole, sabbie e ceneri piroclastiche ben organizzate e cernite all'interno di strati e lamine spesso fossiliferi in bancate da centimetriche a metriche;
Membro di Lenzima: prodotti di colata rappresentati da corpi massicci passanti a lave bollose e scoriacee e a brecce laviche di prodotti scoriacei, affiora alla base del Doss Trento



Carta geologica della Provincia Autonoma di Trento con ubicazione dell'area in studio (scala grafica)

"Tipologia del dissesto"

Il versante settentrionale del Dòs Trento è caratterizzato da calcari eocenici da stratificati a massivi, con giunti ondulati e livelli vulcanoclastici decimetrici che ne hanno determinato l'erosione differenziale con formazione di una ampia cengia nella porzione superiore della parete rocciosa. Lungo il ciglio sono presenti opere in muratura a secco risalenti ai primi decenni del novecento.

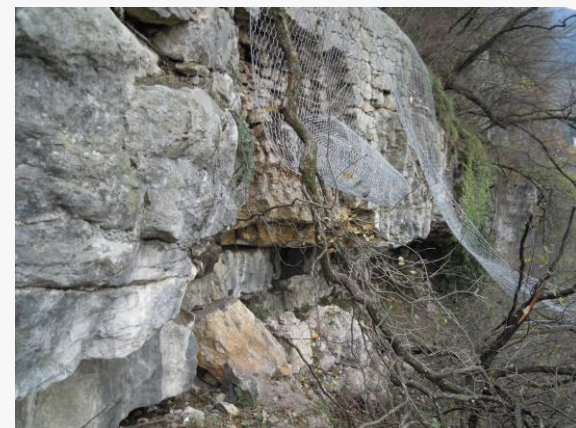
Il dissesto è stato generato dal distacco di un volume di ca. 10 mc da una bancata rocciosa aggettante dello spessore di circa 4,0 m sulla quale poggiano murature di contenimento a secco.



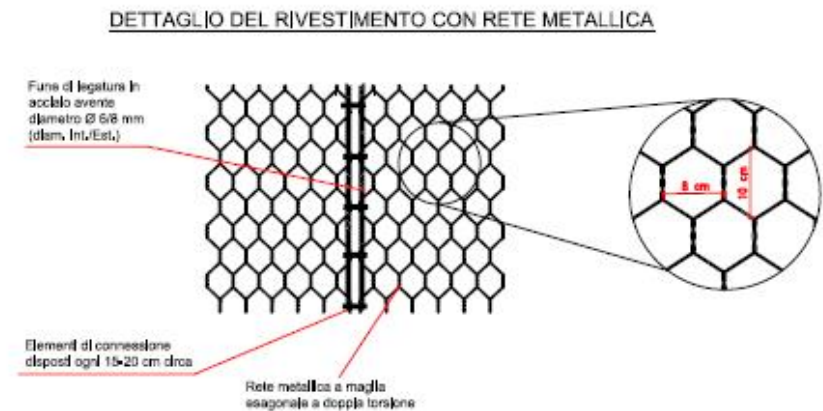
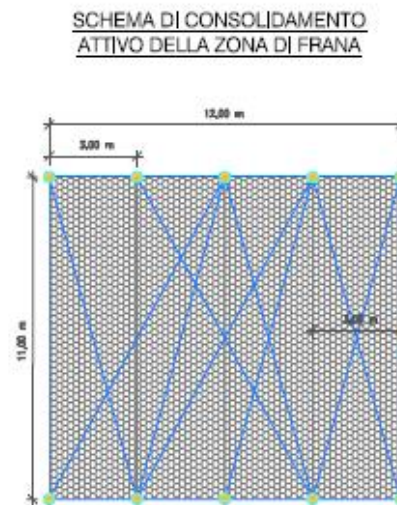
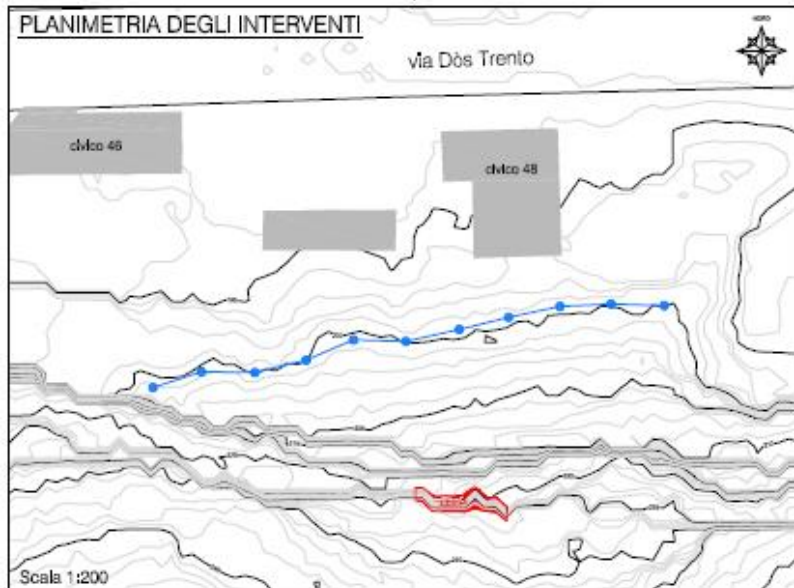
“Interventi in somma urgenza”

Considerando la forte instabilità delle opere murarie nell'area del dissesto si procede alla sola posa di rete armata in corrispondenza della nicchia di distacco in quanto l'utilizzo di pannelli in rete di fune renderebbe necessaria l'esecuzione di perforazioni in condizioni di elevato pericolo per gli operatori.

La posa delle rete ha reso necessaria la rimozione a mano della porzione sommitale del muro a secco che sporgeva rispetto al piano campagna di ca. 50 cm. Le perforazioni per gli ancoraggi delle funi di armatura sono state così realizzate esternamente alla nicchia di frana evitando di operare sotto la zona di distacco.

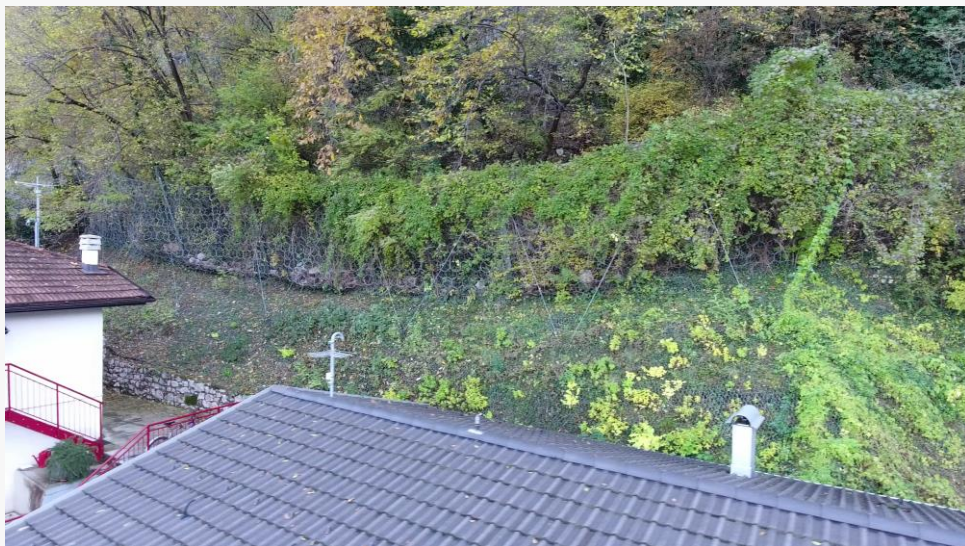


“Interventi in somma urgenza”



“Interventi in somma urgenza”

Le traiettorie di crollo dei massi sono state tutte intercettate dalla barriera paramassi posizionata al piede del versante, compromettendone l'efficienza ma senza recare alcun danno agli edifici.



Al fine di garantire la fruizione in sicurezza degli immobili presenti a valle, nel mese di dicembre del 2019 la ditta specializzata Consolrocce srl di Rovereto sotto la direzione del geol. Gianni Piffer ha eseguito i seguenti interventi;

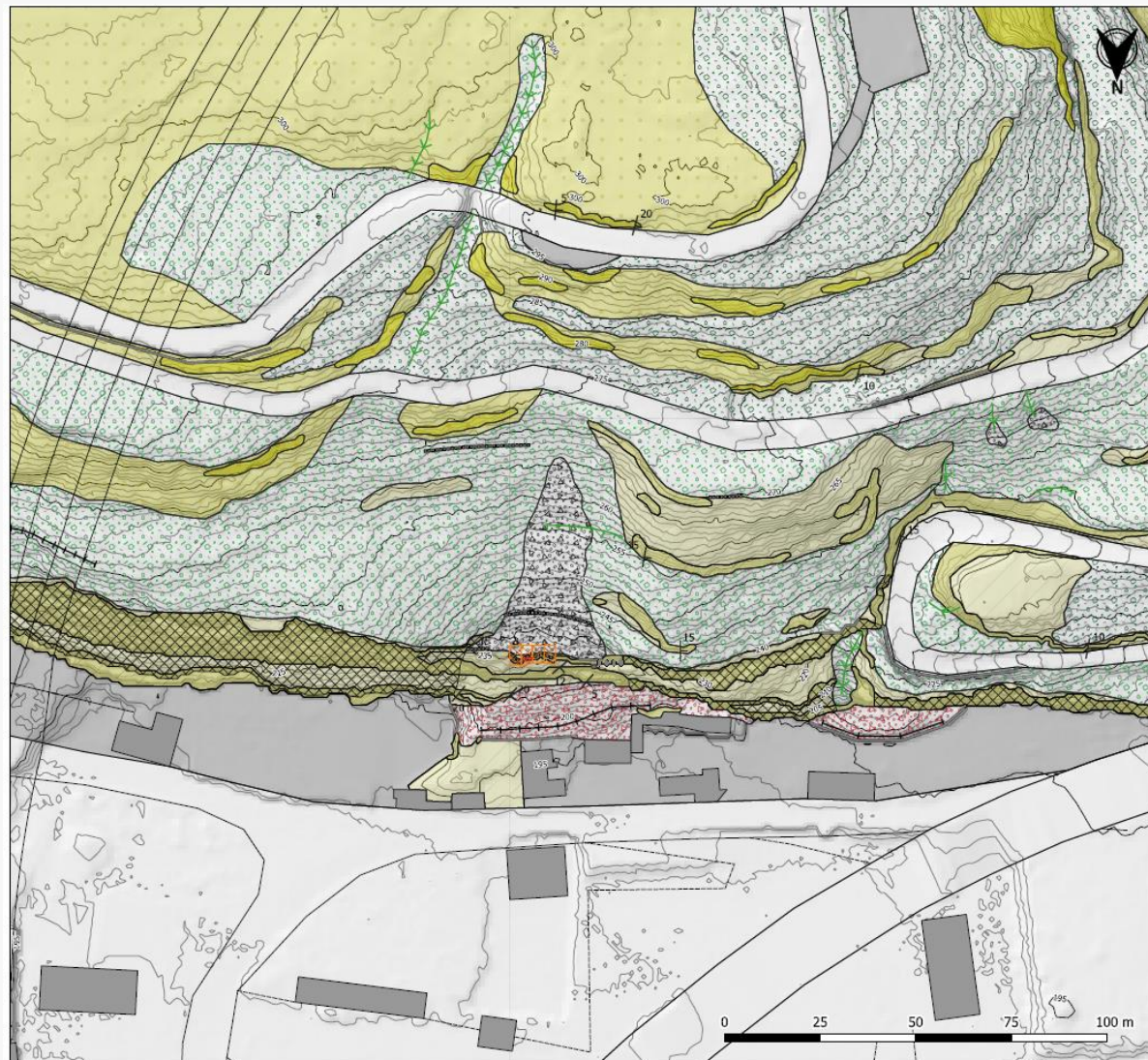
- pulizia e disgaggio dei frammenti rocciosi instabili nella zona di crollo;
- parziale consolidamento attivo dell'area di crollo mediante rivestimento della nicchia di distacco, del muro a secco sovrastante e della zona limitrofa con rete metallica a doppia torsione, fissati tramite ancoraggi costituiti da tirafondi metallici con barre d'acciaio B450C e funi d'armatura in trefoli d'acciaio zincato.
- taglio della vegetazione, rimozione del materiale di crollo dalla barriera paramassi e ripristino della corretta funzionalità della barriera



"Studio di fattibilità"

Su incarico del **Servizio Gestione Strade e Parchi del Comune di Trento** nel corso del 2020 si è proceduto alla redazione di uno studio geologico e geomeccanico e di indagini geofisiche in parete finalizzate alla redazione dello studio di fattibilità per il consolidamento e mitigazione del pericolo di caduta massi. Allo scopo sono state eseguite le seguenti indagini:

- rilievi geologici di dettaglio del versante indagato;
- rilievi geomeccanici su fune della porzione superiore della parete rocciosa e della nicchia di distacco;

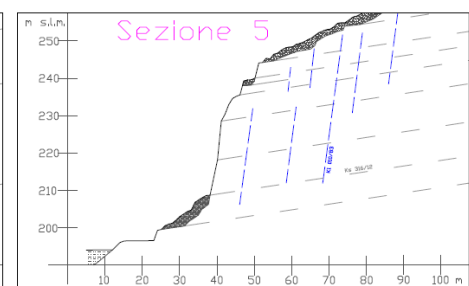
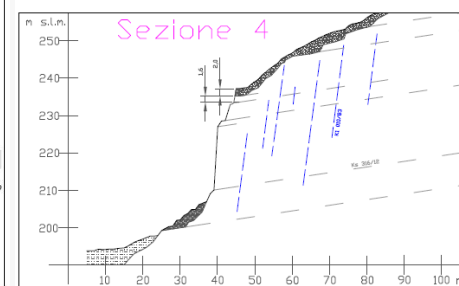
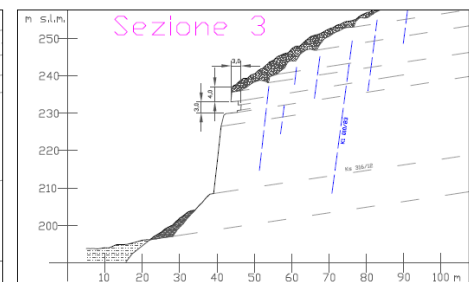
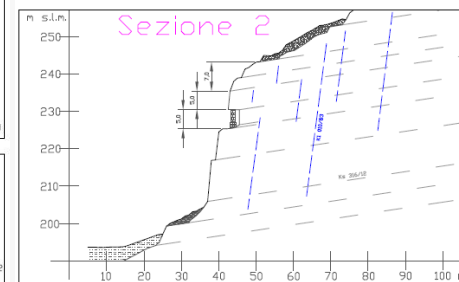
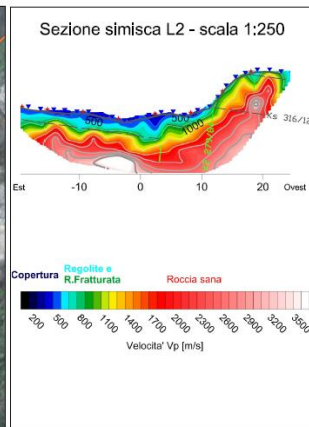
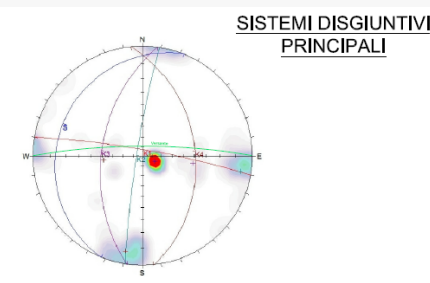
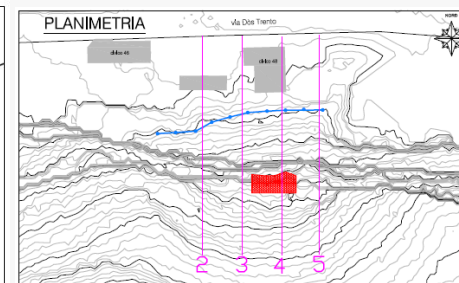
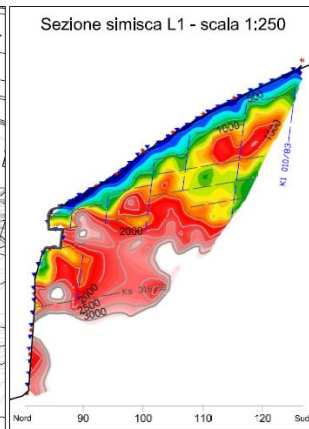
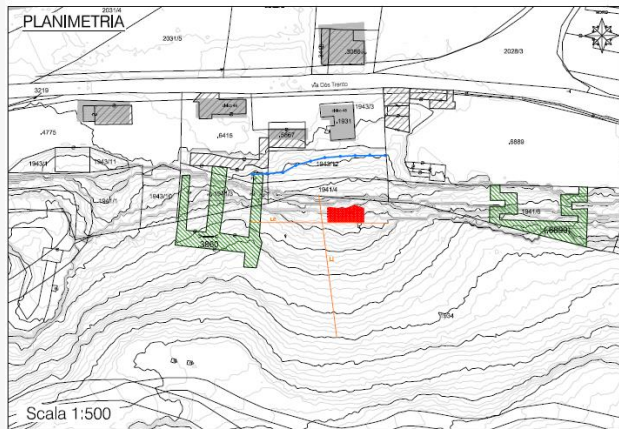


LEGENDA:

- |— Barriere paramassi
- Reti
- Nicchia di distacco (novembre 2019)
- Intervento di somma urgenza (dicembre 2019)
- Giaciture strati
- Muro
- Muro a secco
- Scarpata
- Incisione
- Piazzale
- Deposito antropico
- Deposito gravitativo di versante
- Deposito rimaneggiato di versante
- Calcare di Malcesine (subaffiorante)
- Calcare di Malcesine (affiorante)
- Calcare di Nago (subaffiorante)

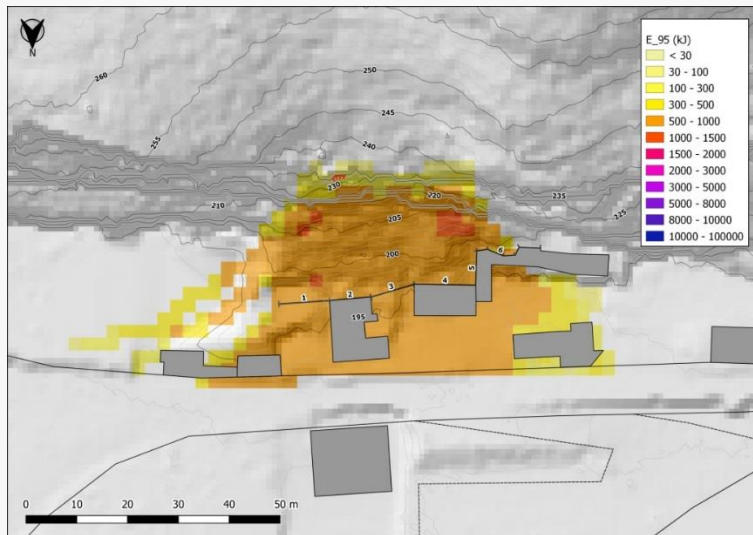
“Studio di fattibilità”

- indagine geofisica mediante n. 2 stendimenti sismici a rifrazione allo scopo di verificare gli spessori dei terreni di copertura e la consistenza dell'ammasso roccioso;

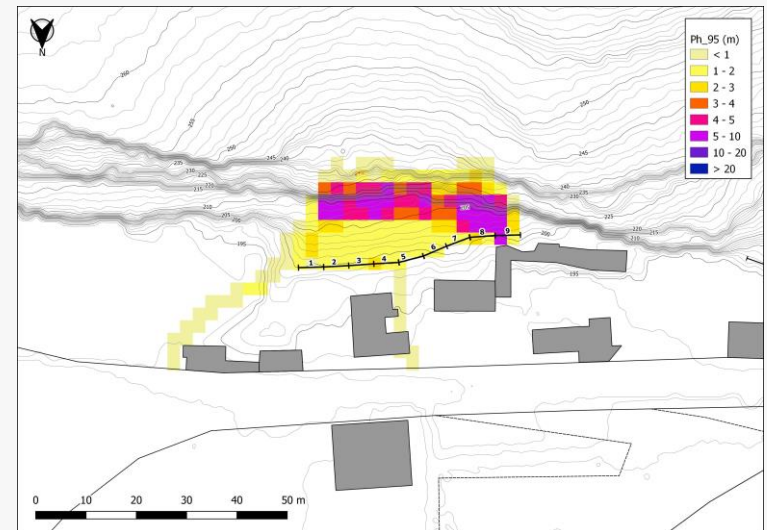


"Studio di fattibilità"

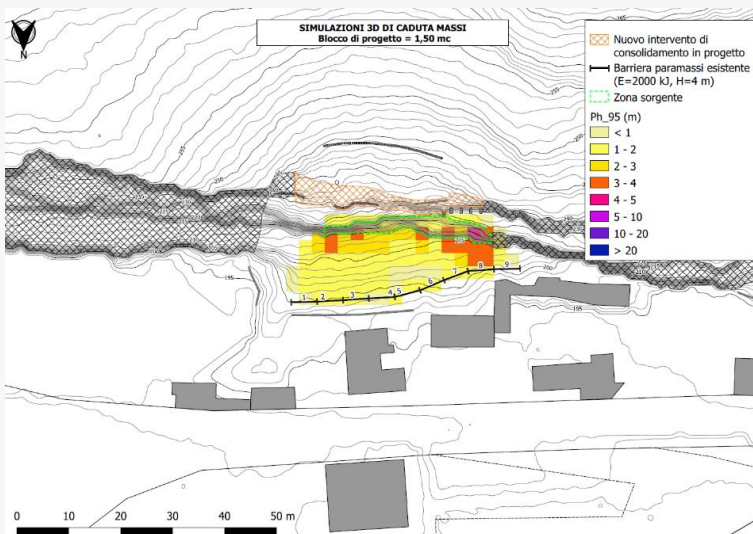
- simulazioni di caduta massi 3D (blocco di progetto 1,5 m3)



Esito della simulazione 3D di caduta massi **senza barriera** – 95° percentile dei valori di energia cinetica



Esito della simulazione 3D di caduta massi **con barriera** - 95° percentile dei valori di energia cinetica



Rappresentazione del 95° percentile dell'energia cinetica dei massi in caduta in presenza di barriera e consolidamento del ciglio

La barriera esistente si dimostra efficace in termini di dissipazione delle energie d'impatto (valori massimi ottenuti $E \leq 990$ kJ) mentre potrebbe risultare deficitaria in termini di altezza in corrispondenza della campata più ad ovest, dove in considerazione della posizione della barriera più prossima alla parete si ottengono altezze di volo $H > 4,0$ m (campata n. 9, altezza di volo di 4,50 m al 95 percentile).

"Studio di fattibilità"

- Sulla base di quanto emerso sono state abbozzate e discusse con i funzionari responsabili del procedimento per il Comune di Trento e per il Servizio Prevenzioni Rischi della PAT due possibili ipotesi di progetto:



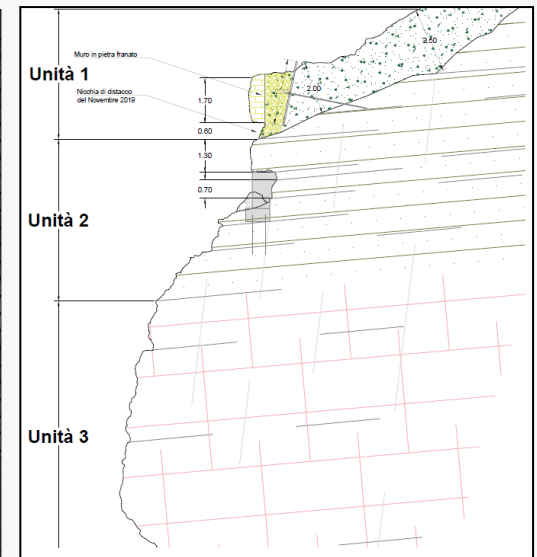
1° Ipotesi: demolizione del muro a secco esistente e della bancata rocciosa aggettante e consolidamento della porzione superiore della parete. Per la riprofilatura del ciglio si stima la demolizione di un volume roccioso di ca. 170 mc e la rimozione di ca. 50 mc di materiale sciolto di copertura. Ciò comporterà necessariamente la realizzazione di un'opera di contenimento di dimensioni importanti a monte dell'area oggetto di demolizione (gabbionate, ferma neve etc.) per uno sviluppo longitudinale di almeno ca. 30 m;

2° Ipotesi: rimozione del muro esistente e consolidamento della bancata aggettante mediante realizzazione di barbacani in cls (intervento simile a quello esistente nel settore più ad ovest) e rivestimento del ciglio con rete armata. La rimozione del muro comporterà anche in questo caso l'esecuzione di scavi e la realizzazione di un'opera di consolidamento della scarpata a monte dell'area di frana (strutture ferma neve) anche se in misura molto più ridotta rispetto alla precedente ipotesi (sviluppo longitudinale ca. 20, m e altezza 2,50 m).

"Studio di fattibilità- conclusioni"

Alle fasi di studio preliminari è seguita nel corso del 2021/2022 la progettazione definitiva ed esecutiva a cura dello Studio di Geologia del dott. Gianni Piffer per la parte geologica e geomeccanica e dell'ing. Michele Martinelli dello Studio A.I.A. per la parte ingegneristica e strutturale.

Sulla base delle valutazioni urbanistiche, operative ed economiche si è optato per la progettazione di un intervento di consolidamento del ciglio della parete mediante realizzazione di barbacani in CA.

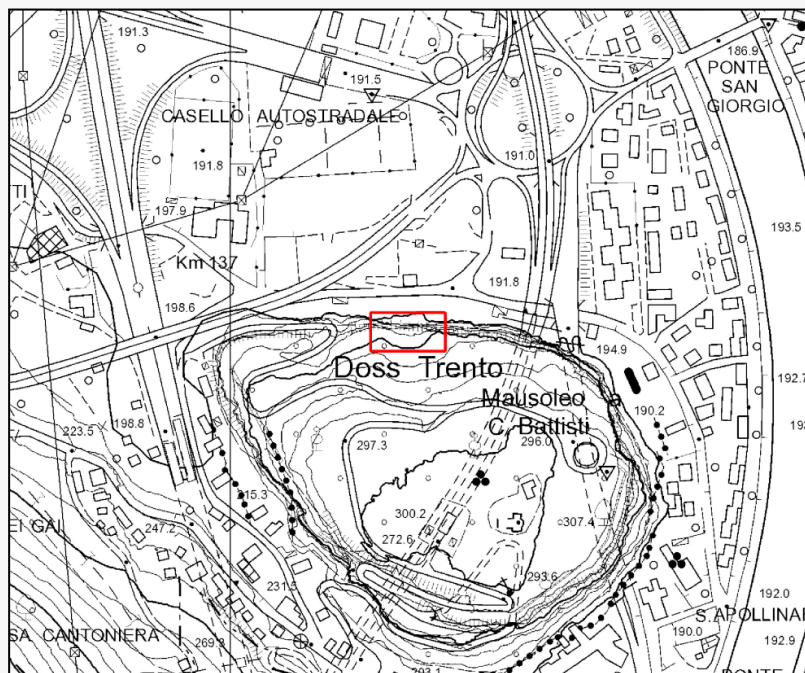


Sezione tipo di consolidamento mediante barbacani in CA

"Dalla somma urgenza alla progettazione del consolidamento di un crollo in roccia al Dos Trento

Relatori: ing. Michele Martinelli, ing. Matteo Anderle

Inquadramento area di intervento



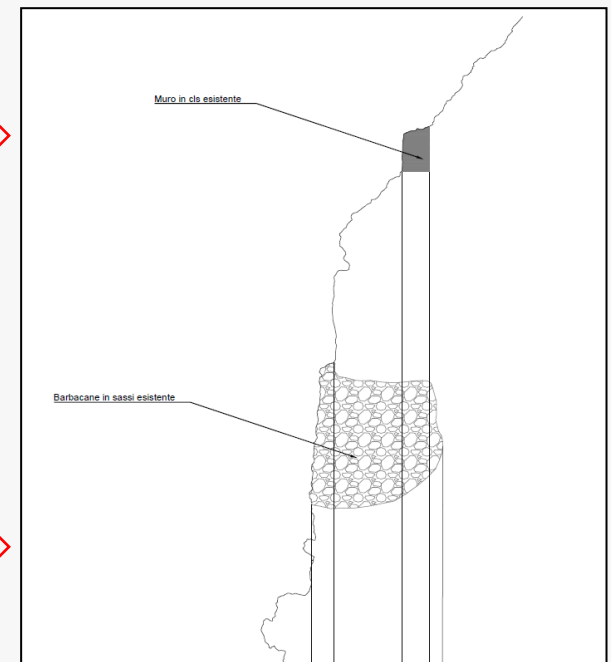
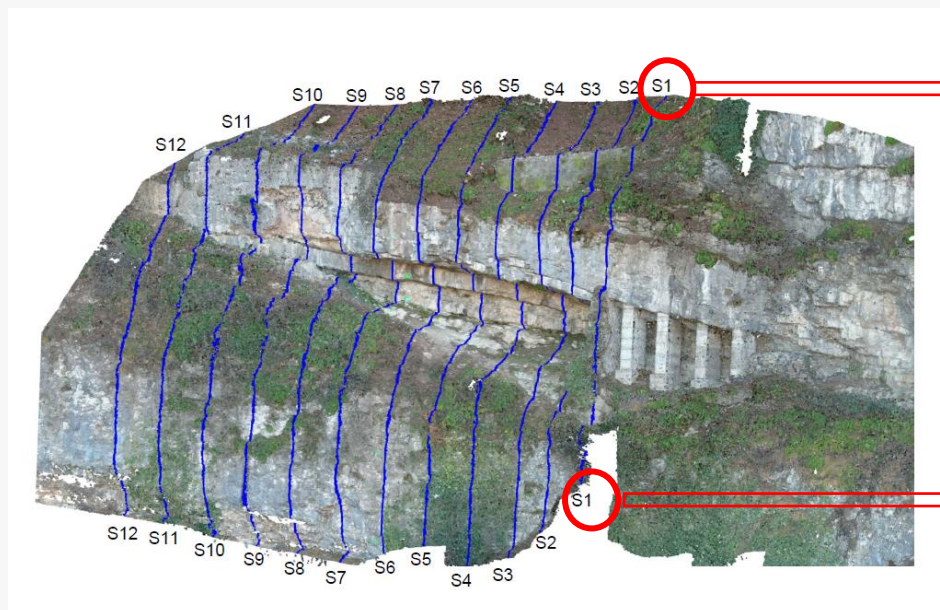
Rilievo aerofotogrammetrico:
esecuzione



Rilievo aerofotogrammetrico: prodotti

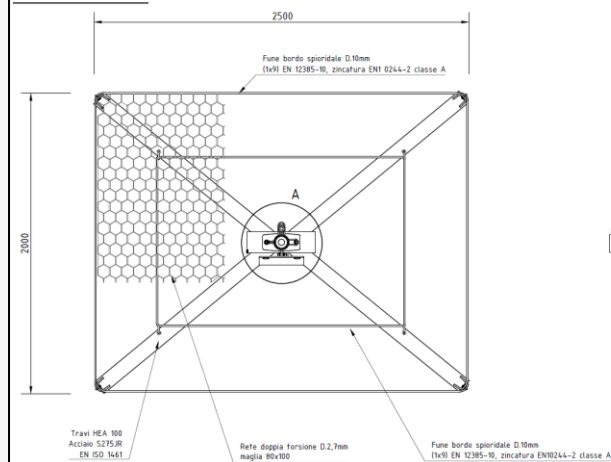


Rilievo aerofotogrammetrico: prodotti

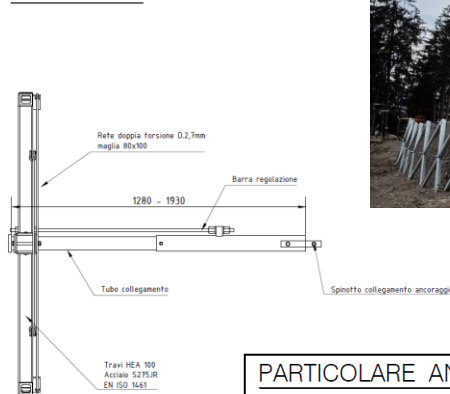


Lavorazione nr. 1a: installazione ombrelli consolidatori mono-ancoraggio

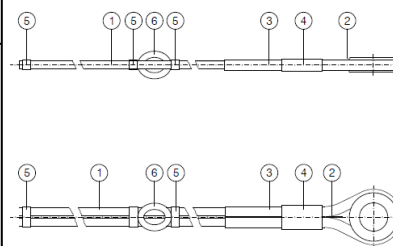
VISTA FRONTALE



VISTA LATERALE

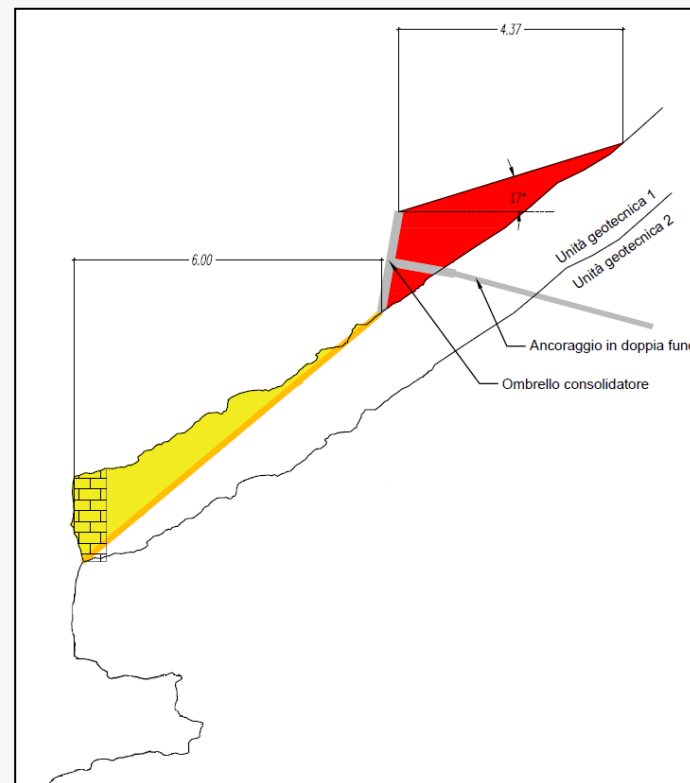
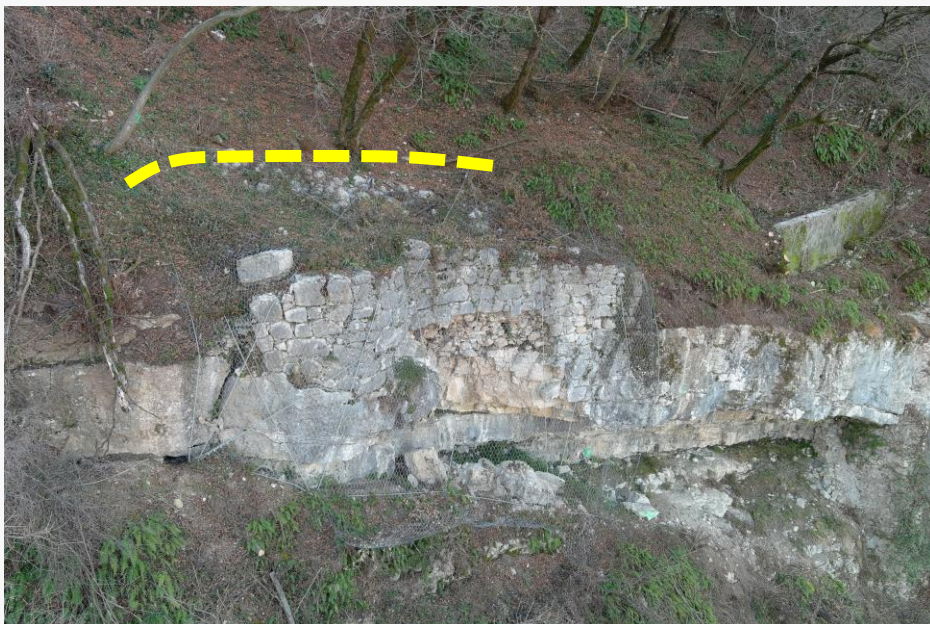


PARTICOLARE ANCORAGGIO



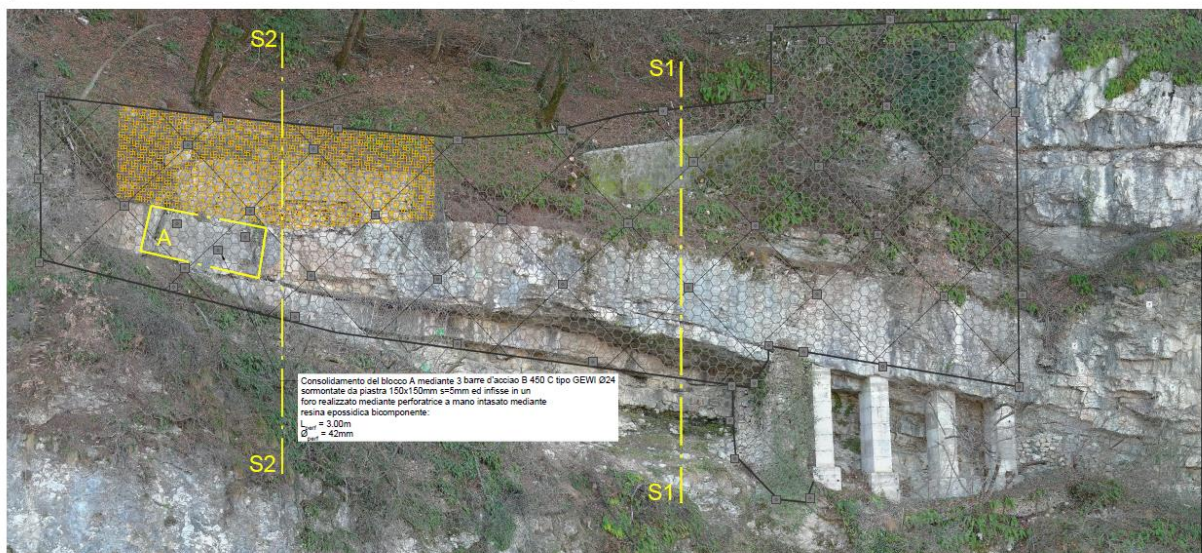
1. FUNE
Fune spirale con formazione 1x37 (Ø20mm) e zincatura classe A in accordo con la EN 12385-10. Classe di resistenza $\geq 1770\text{MPa}$.
2. PROTEZIONE MECCANICA
Boccola in acciaio, zincata a caldo secondo EN ISO 1461.
3. PROTEZIONE ALLA CORROSIONE
Tubo in acciaio inossidabile AISI 304, Ø funzione del diametro della fune es. sp 1,2mm. Lunghezza L1 in funzione del diametro della fune.
4. COLLARE
Collare realizzato con tubo di forma ovale in acciaio inossidabile AISI 304.
5. ANELLO
Anello realizzato con tubo di forma ovale in acciaio $\geq S235$, zincato secondo EN ISO 2081.
6. CENTRATORE
Dispositivo centratore realizzato da un doppio elemento circolare, in acciaio $\geq S235$ zincato secondo EN ISO 2081, con diametro compreso tra 80 e 90mm.

Lavorazione nr. 1b: riprofilatura
versante e demolizione muro



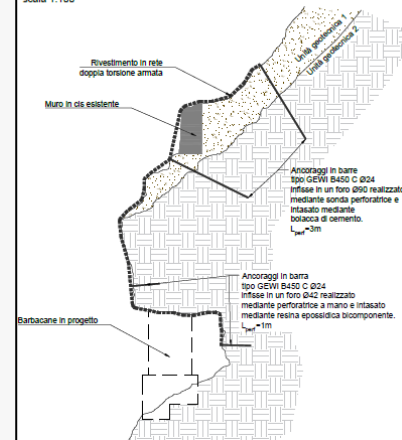
Lavorazione nr. 2: consolidamento versante e bancata rocciosa

PROSPETTO OPERE DI STABILIZZAZIONE PREVISTE



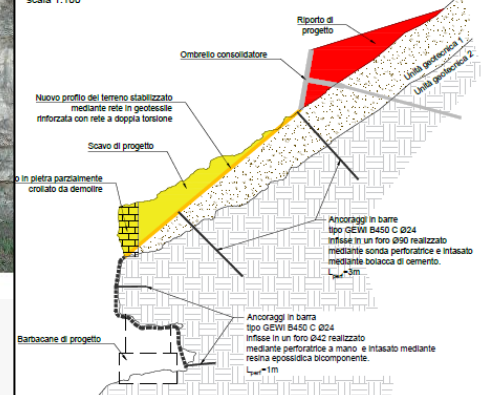
SEZIONE TIPO S1

scala 1:100



SEZIONE TIPO S2

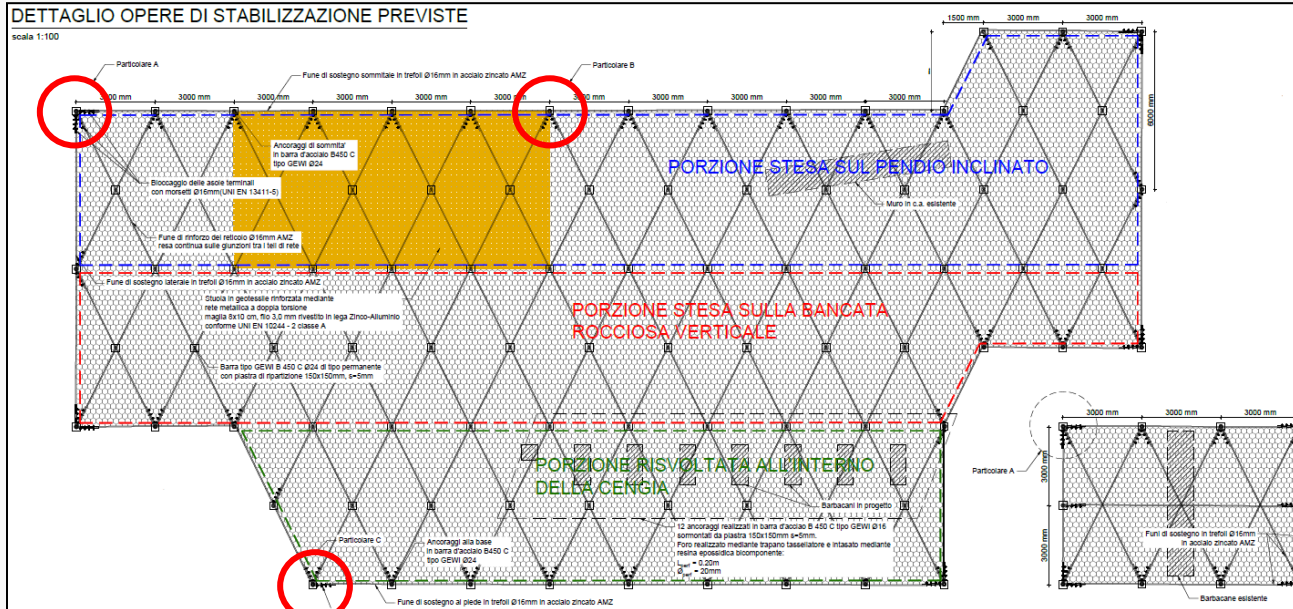
scala 1:100



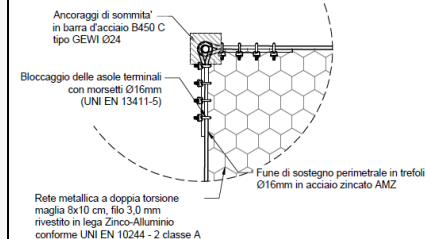
Lavorazione nr. 2: consolidamento versante e bancata rocciosa

DETTAGLIO OPERE DI STABILIZZAZIONE PREVISTE

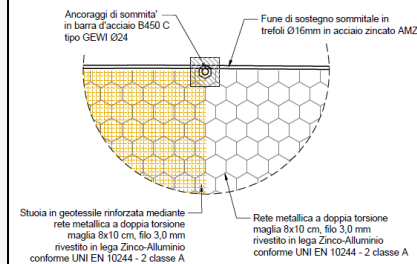
scala 1:100



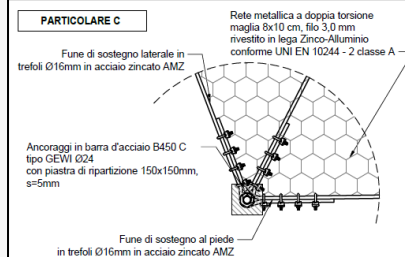
PARTICOLARE A



PARTICOLARE B



PARTICOLARE C

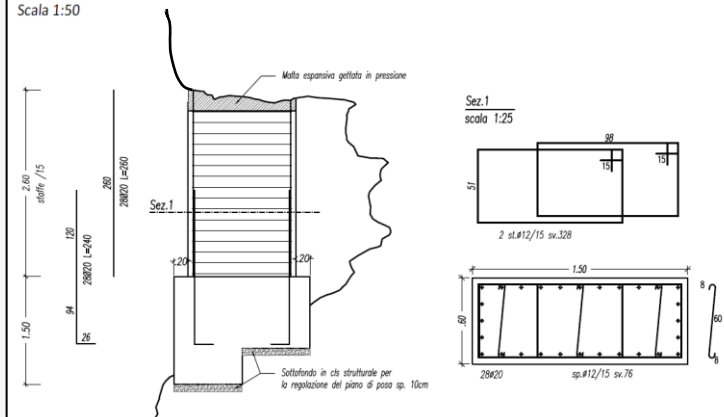


Lavorazione nr. 3: realizzazione barbacani in c.a.



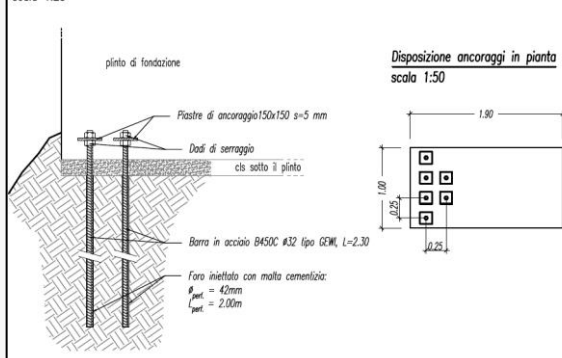
Pilastro 2 (S3) - 60x150

Scala 1:50

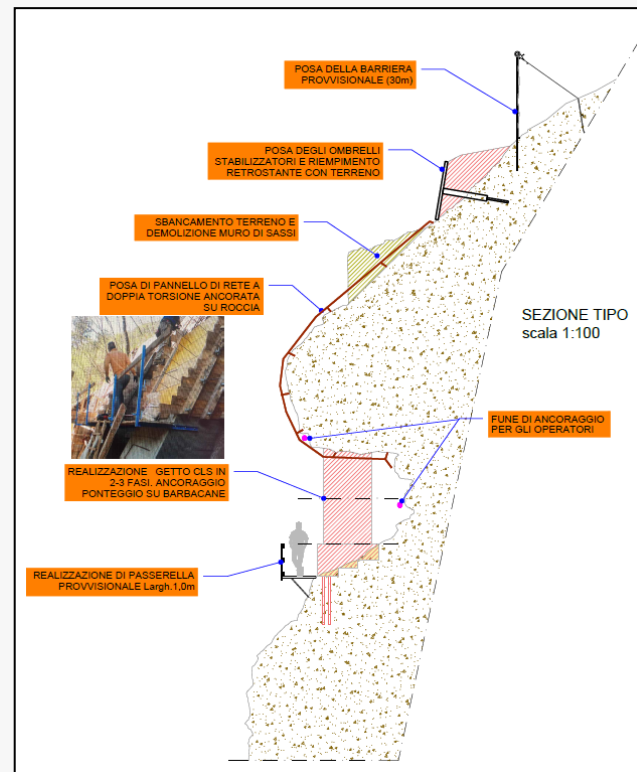
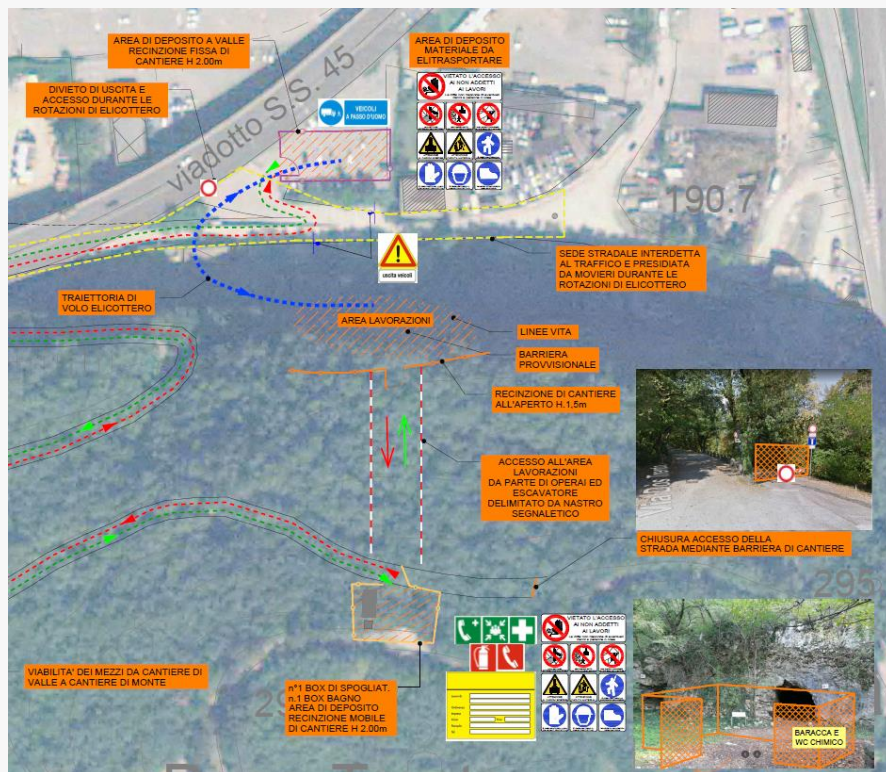


Ancoraggi in barra sotto i plinti da 1 a 7

Disposizione ancoraggi vista laterale
scala 1:25



Cantierizzazione



XXVI. GeoalpWintercup 2023
26.01 -28.01.2023

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Si ringrazia per la collaborazione:

Servizio Gestione Strade e Parchi del Comune di Trento
Consolrocce srl
Daniele Lucchetta geologo