

## OSSERVAZIONI SULL ' ACCESSO SUD DELLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO.

Allo stato attuale delle conoscenze, rispetto al tracciato all'oggetto, si possono fare le seguenti considerazioni:

1. Il tratto prossimo allo "scalo Filzi", dato l'elevato inquinamento dei sedimenti che si sarebbero dovuti asportare, dovrà subire una variante di cui non si sa ancora nulla. Eventuali considerazioni in merito verranno eventualmente rielaborate a conclusione dell'iter progettuale di variante.
2. La "variante Filzi" presumibilmente indurrà variazioni sia al tratto più settentrionale di progetto, che all'accesso nord della "galleria Trento". Anche relativamente a questa parte vale quanto detto al punto 1. Si deve comunque esprimere preoccupazione per gli interventi sistematori del primo tratto di galleria, che in passato è stato oggetto di un evento franoso. Le opere di consolidamento del pendio limitrofo al primo tratto in galleria (tirature, ecc.) potrebbero essere vanificate in mancanza di un'attenta analisi e verifica dell'interazione opere in progetto/opere sistematorie. Per quanto ne sappiamo tale aspetto non è stato analizzato. Sarà comunque eventualmente oggetto di un'ulteriore analisi da parte mia, appena sarà reso pubblico il nuovo progetto di variante.
3. Di tutto il corposo programma integrativo di indagini proposto in fase preliminare, sono stati eseguiti solo 4 sondaggi meccanici in prossimità della "galleria Trento". In particolare non ci è dato sapere se sia stato eseguito, o se sia in corso d'opera quanto segue, oltre a quanto inserito nel programma di indagini.
  - **Prove vibrometriche** per l'analisi dei disturbi da vibrazione sia in fase costruttiva che di esercizio: i dati utilizzati nello studio di progetto sono riferibili a misurazioni eseguite in altra regione su depositi "totalmente diversi" da quelli locali e quindi si ritiene che abbiano valore relativo; non parliamo poi del fatto che i mezzi in transito nel nostro caso sono quattro volte superiori al caso di riferimento e quindi vi sarà anche una maggior frequenza di cicli di vibrazione che, come noto, ha molta influenza sui possibili danni attesi. Fra il resto **non sono state assolutamente considerate** le vibrazioni che saranno indotte nel **terreno**, rispetto a **tutte le fasi di realizzazione ed esercizio**, sia rispetto alla galleria che rispetto agli elementi morfologici sensibili (vedi Villazzano, Gabbiolo, Marzola, ecc.).
  - **Sondaggi meccanici**: non solo si è eseguita una piccola parte del programma di sondaggi previsti inizialmente, ma anche i sondaggi riportati per la ricostruzione bi e tridimensionale delle numerose aree sensibili presenti lungo il tracciato in galleria (vedi Marzola, Bindesi e Doss San Rocco) nella maggior parte dei casi sono "fuori asse" di 50-400 m circa (in massima parte sono molto distanti dal tracciato) e quindi inaccettabili per una corretta ricostruzione stratigrafica dei siti. Sarebbe stato più corretto elaborare una **cartografia tridimensionale "vera"** (anche se ricostruita su un numero limitato di punti) utilizzando "**tutte**" le indagini areali (inclusa la geofisica) e "**non**" un modello **3D** ricostruito solo con l'ausilio di 4 sezioni "incerte". Sarebbe stato preferibile cercare di ricostruire almeno la parte bassa e mediana del pendio, dove maggiore è il numero di indagini (anche se sono molte le aree prive di dati), anche perché la principale superficie di scorrimento della Marzola nella parte alta è visibile in affioramento per buona parte.
  - Le misure eseguite sugli inclinometri indicano movimenti "intermittenti", probabilmente condizionati dalle variazioni dei flussi idrici, fattore che regola fortemente i modelli concettuali locali e che condiziona la valutazione dei meccanismi che provocano la franosità superficiale (vedi Gabbiolo, Villazzano, ecc) e profonda (vedi piani multipli di scivolamento della Marzola).
  - Mi riservo di entrare eventualmente in merito alle interferenze fra galleria e sorgenti, rispetto alle quali ci sarebbe molto da dire in un secondo momento, quando ci sarà un progetto "completo" e visionabile in dettaglio in tutte le sue parti.

Premesso quanto sopra, ritengo di dover fare qualche considerazione in più riguardo alla parte del tracciato della **galleria Trento** che attraversa il “piede della **frana della Marzola**” per circa 2 km. A tal proposito si riportano di seguito alcuni dati, parti di relazione ed elaborati allegati al progetto all’analisi.

A. Non esistono nella “sezione di geotecnica di progetto della galleria” (né altrove che io sappia) riferimenti alla stabilità delle rocce in “calotta e sui piedritti” rispetto alla direzione di avanzamento dello scavo, necessari per poter eseguire almeno un’oculata analisi preliminare degli interventi presunti e dei relativi costi. Nella sezione tecnica del tracciato in galleria alla voce GSI si riportano dei numeri che indicano la qualità delle rocce attraversate (s.l.). Lungo la maggior parte del tracciato la galleria ha un indice GSI inferiore a 40-50 e raggiunge in parecchi tratti anche valori di 10-20.

qualità ammasso	100-81	80-61	60-41	40-21	<21
classe	I	II	III	IV	V
classificazione	Molto buona	Buona	Mediocre	Scadente	Molto scader

Tabella 1: Classificazione GSI degli ammassi rocciosi.

Questo significa che la maggior parte degli ammassi rocciosi lungo il tracciato ha caratteristiche geomeccaniche da “**scadenti a molto scadenti**”. D’altra parte, viste le Formazioni attraversate dalla galleria non ci si poteva aspettare niente di diverso. Usualmente tale **classificazione** però, non viene utilizzata in fase progettuale se ha valori **inferiori a 23**, perché non avrebbe senso costruire in termini di qualità **molto scadente** (se non costretti), con **umenti spropositati dei costi dell’opera** che noi tutti dovremo accollarci.

B. La Marzola, come asserito anche in più parti dei vari rapporti di progetto, è soggetta a lenti movimenti plastici profondi, documentati non solo da uno studio eseguito dalla libera università di Milano Bicocca, ma anche dalla carta seguente, stralcio del rapporto di progetto, che indica la presenza di numerosi orli “**attivi**” di **scarpata di frana**, dalla cima della Marzola fino al fondovalle (incluso Doss San Rocco). Come si può definire “**stabile**” il **dosso** con tutte quelle scarpate di frana attive o quiescenti che siano?

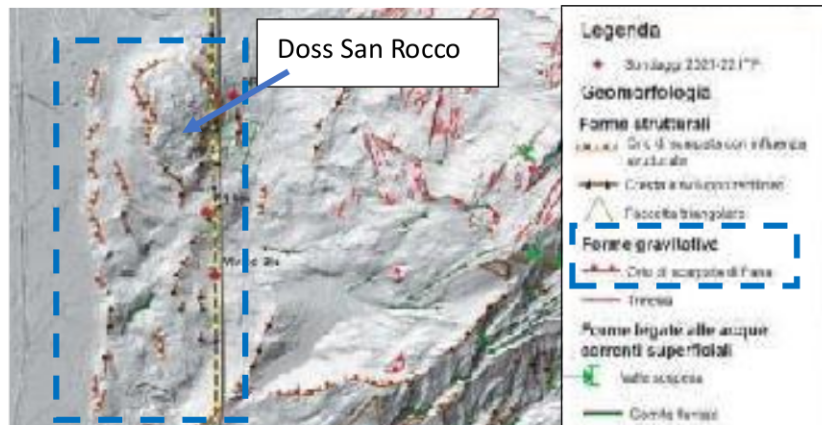


Fig.1: “Analisi morfologica strutturale del versante occidentale della Marzola”.

Anche l’**analisi interferometrica** illustrata in progetto, sviluppata con tre diverse metodologie, conferma almeno parzialmente quanto indicato sopra. Infatti, in prossimità di Doss San Rocco sono stati rilevati dei movimenti velocità di 4 e 7 mm/anno con il metodo MT-SBA (evidenziati coi colori azzurri nel quadrato rosso); l’area non è stata inserita nell’unità morfologica di cui costituisce il piede, (vedi figura 68 di progetto) per un esito **dubbio** dell’interferometria, causato dai limiti delle metodologie utilizzate (morfologia, esposizione, variazione di vegetazione, ecc). Infatti, l’analisi **RAINS-standard** (uno dei tre metodi utilizzati) consente di rilevare aree soggette a deformazioni

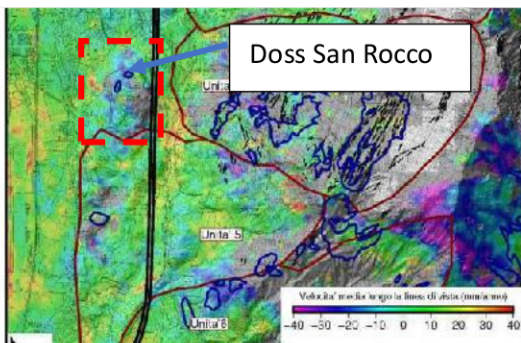


Fig. 2: Risultati dell’analisi MT-SBA



caratterizzate da velocità di spostamento comprese fra 30 e 500 mm/anno. Valori di velocità di spostamento **inferiori** a 30 mm/anno (**come quelle all'esame**) sono difficilmente distinguibili dal rumore residuo legato ad errori atmosferici e topografici, come nel caso di San Rocco e Grotta. L'analisi **MT-SBA**, che viene tipicamente utilizzata per indagare processi deformativi caratterizzati da velocità di spostamento comprese tra 5 e 100 mm/anno, ha fatto rilevare un debole spostamento dei pendii lungo la parte bassa dell'Unità Morfologica 4, fino al Dosso di San Rocco. Non trovando conferma nei risultati dell'analisi RAINS, i valori di velocità di spostamento rilevati a valle dell'abitato di San Rocco **non sono stati considerati**. I risultati dell'analisi **RAINS-slow** hanno permesso di osservare che l'area nella parte bassa dell'Unità Morfologica 3 (limitrofa verso nord a quella di San Rocco), in corrispondenza della quale oltre a depositi alluvionali sono cartografati depositi di frana stabilizzata ed il piede del deposito di **frana attiva**, è soggetta ad uno spostamento con velocità di 4 e 7 mm/anno. Tale fatto a mio avviso sembrerebbe confermare anche le misure eseguite a San Rocco, che sono dello **stesso ordine di grandezza ed in analoga posizione**.

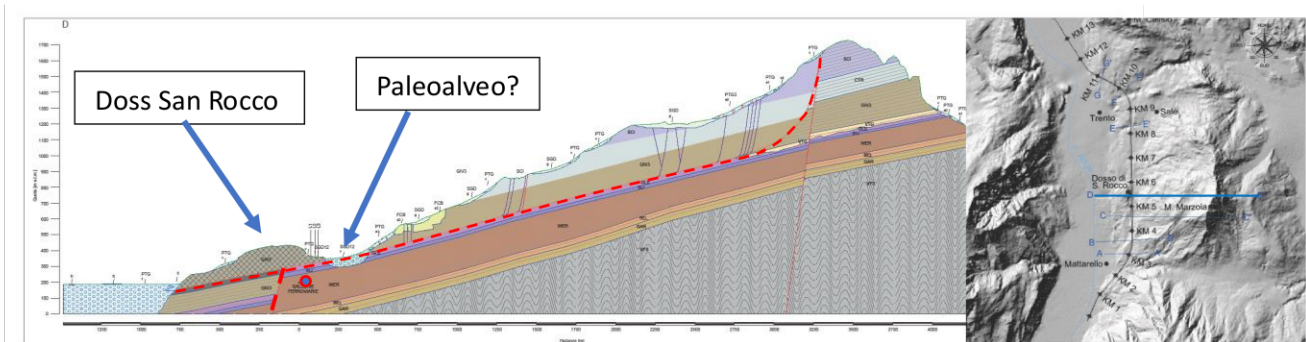


Fig.3 (estratto da progetto): Sezioni geologiche trasversali ai tracciati e corografia relativa.

Anche nella **sezione geologica di progetto** di figura 3, che rappresenta la zona della frana della Marzola, è riportata la possibile superficie di scivolamento (evidenziata ulteriormente dal tratteggio in rosso), che si estende anche sotto al Doss San Rocco, fino a quota inferiore a quella del fondovalle lungo la sezione. Con delle verifiche di stabilità (basate anche sulle tomografie elettriche di cui parleremo di seguito ed eventualmente su altri inclinometri), si potrebbe verificare la possibilità della presenza di "altre" superfici potenziali di scorrimento, che possano non essere tamponate dal pendio ed essere quindi causa dei dissesti rappresentati nella carta di figura 1. Il probabile paleoalveo presente ad est di Doss San Rocco e ad ovest delle gallerie, sembra aver eroso parte del piede della superficie di scivolamento, rendendo ancora più instabile il pendio.

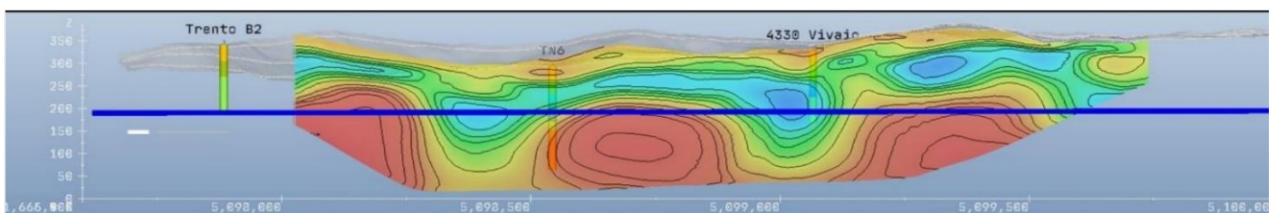


Fig.4 (estratto da progetto): Tomografia elettrica estratta in corrispondenza del binario ovest della galleria in progetto, fra le progressive 3,2 e 5,5 km.

La tomografia elettrica rappresentata in fig.4 è stata eseguita su tre profili approssimativamente in asse con le gallerie di progetto, ai piedi della Marzola, fra le coordinate sopra indicate (**oltre 2 km di profili**). La sezione presenta due ampie aree a caratteristiche scadenti (forse attribuibili anche ad aree di faglia molto ampie) e/o in terreni saturi, fino ad un massimo di **-40/-250 m** da p.c. (aree azzurre e verdi) che **interessano le gallerie stesse**. Tali aree potrebbero anche rappresentare i depositi di frana della Marzola, saturi in acqua, luogo dei movimenti plastici profondi. Questa sezione, come anche le altre contenute nel rapporto relativo

alle tomografie elettriche, indica che almeno in questo tratto dove il tracciato sarà a doppia canna, ci sarà necessariamente interferenza fra progetto e movimenti profondi.

### In conclusione:

- Grazie alle indagini fatte sull'area della Marzola, si sa che ci sono dei movimenti intermittenti che interessano il pendio ma, a causa dei pochi punti di misura nel corpo della frana, non se ne conosce adeguatamente la geometria, fattore che potrebbe rendere più difficile eseguire delle verifiche di stabilità dell'insieme opere/pendio rispondenti alla realtà fisica locale. Oltre a quanto già fatto e quanto previsto nel programma di indagini (realizzato però solo in piccola parte) si sarebbero potute eseguire altre indagini anche a monte delle opere, per identificare i volumi "reali" mobilizzabili e le spinte ad essi afferenti.
- Le interferometrie, gli inclinometri e le sezioni geologiche indicano che i movimenti franosi presumibilmente interessano anche le pendici più basse della Marzola.
- Né nella relazione del 2021, né nelle slides per il progetto esecutivo si fa menzione a verifiche di stabilità dell'insieme opere/pendio.
- Sugli allegati di progetto il tracciato delle gallerie intercetta per lunghi tratti la superficie principale di scorrimento della Marzola, come verificato anche dalla tomografia elettrica eseguita fra i km 3,2 e 5,5 circa di progetto.
- Non risulta che sia stata fatta un'analisi vibrometrica preliminare per lo studio delle interferenze fra progetto e terreno sulla **frana attiva**, particolarmente necessaria sia in fase costruttiva che operativa. Si consideri che faglie come quella evidenziata in figura 3 appena ad ovest delle gallerie in prossimità di Doss San Rocco, possono produrre vibrazioni "**amplificate**" sino a **molte decine di metri di distanza** (in tutte le direzioni) e potrebbero **umentare le velocità di spostamento** della vicina superficie principale di scorrimento. A maggior ragione quanto detto è valido, in quanto si interverrà in prossimità del **piede** del movimento franoso, che è sempre buona norma non indebolire. Non solo sono noti diversi casi simili in letteratura, ma voglio qui ricordare il caso della galleria della **Variante di Valico** dell'Appennino toscano emiliano, che ha riattivato una serie di frane **quiescenti** (mentre la nostra frana è **attiva**, anche se molto lenta) e che costerà **cifre inverosimili alla comunità**.
- Viste sia le cattive caratteristiche degli ammassi rocciosi, che le numerose incognite che il progetto presenta (perché demandate ad altre fasi progettuali, ma in gran parte non ancora effettuate) e per la delicatezza morfologica ed idrogeologica dei siti di progetto, in un'ottica costi/benefici, per raggiungere un livello conoscitivo adeguato all'imponente progetto all'analisi, si ritiene che si sarebbero dovuti sviluppare studi, indagini ed analisi progettuali molto più approfondite, almeno con complesse simulazioni informatiche, quando ancora c'era il tempo per farlo adeguatamente. Infatti, il primo progetto di "prefattibilità" delle gallerie risale al 1993-94 (studi ai quali la scrivente ha partecipato).
- Anche i "monitoraggi" in corso d'opera aiutano molto quando necessari, ma non risolvono i problemi che invece andrebbero affrontati o "evitati", "prima" di arrivare ai progetti esecutivi.
- Non ci si può ridurre a dover rincorrere il PNRR col rischio di fare un "bagno di sangue" (economicamente parlando), per non parlare della possibilità che si verifichino gli scenari peggiori (che le gallerie accelerino il movimento franoso della Marzola). Tutti i tecnici che hanno lavorato in prossimità del "Doss San Rocco" ben si ricordano che fino a pochi anni fa la PAT non lasciava fare nemmeno "limitatissimi" riordini agrari su quelle aree (ed a ragione), a causa del "**movimento plastico profondo del Monte Marzola**".

Trento, 10/10/2023



(dr. geol. Michéle Luisa Vuillermin)