

## OSSERVAZIONI SULL ' ACCESSO SUD DELLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI TRENTO.

A premessa di quanto rilevato di seguito, si deve puntualizzare che al momento non è stato ancora possibile prendere visione della completa documentazione progettuale, in particolare relativamente agli studi di impatto ambientale del “progetto definitivo ed esecutivo” ed alle necessarie indagini “specialistiche” e “non”, obbligatorie per legge (verifiche di stabilità dello stato di fatto e di progetto, prove vibrometriche, ecc), che potrebbero forse risolvere molti dei dubbi sotto espressi.

Non ci è stato nemmeno dato modo di capire se sia in corso d’opera il completamento delle indagini geognostiche programmate ed eventualmente quali siano i tempi di realizzazione delle stesse: in fase costruttiva alcune di esse sarebbero inutili. Nelle relazioni reperite si sono rilevati dati discrepanti fra loro, fattore che non ha facilitato la comprensione di cosa sia già stato fatto e di cosa “non si farà mai”.

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 (tirantature, ecc. ad una distanza minima di meno di 20 metri dal tracciato delle gallerie) 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; in caso contrario se ne richiede documentazione. 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, pare siano stati eseguiti solo 2-3 sondaggi meccanici in prossimità della “galleria Trento” e 4 altri in prossimità degli imbocchi in galleria. Nessuna indagine è invece prevista sul corpo di frana della Marzola, a monte del tracciato in galleria. E’ così? Si chiede di chiarire questo punto.
4. Non è chiaro se oltre all’utilizzo dei mezzi meccanici di scavo (che si ritiene potrebbero essere non sufficienti in alcuni dei termini rocciosi attraversati dal progetto), siano state previste anche delle **microcariche di esplosivo**. Rispetto a quanto sinora da noi reperito, non risulta sia stata analizzata l’eventuale **“interferenza fra scavo ed eventuali microcariche**, soprattutto rispetto alla **stabilità del pendio naturale** e degli **edifici prossimi al tracciato della galleria”** (anche se pare non vi sia traccia sui rapporti tecnici degli ultimi anni). Se esistono se ne richiede copia.

In particolare non ci è dato sapere se sia stato eseguito, o se sia in corso d'opera quanto indicato in particolare nei primi tre punti seguenti, come inserito nel programma di indagini e/o se si siano analizzati i parametri successivi. In caso affermativo se ne richiede la documentazione.

1. **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 presumibilmente "totalmente diversi" da quelli locali (è possibile che siano stati eseguiti su terreni argillosi che come noto assorbono molto le vibrazioni e quindi si ritiene abbiano valore molto relativo e molto poco prudenziale). Non parliamo poi del fatto che i mezzi in transito nel nostro caso sono **quattro volte** superiori al caso di riferimento, che si avrà intenso traffico su entrambe le direzioni di marcia e quindi vi sarà anche una maggior frequenza di cicli di vibrazione e possibili amplificazioni che, come noto, avrebbero 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, Gabbio, Marzola, ecc.), che agli **edifici limitrofi** al tracciato. Si ricorda che il progetto per lo scavo in galleria prevede l'utilizzo di 4 mezzi meccanici di perforazione (2 che opereranno da nord e 2 da sud), accostati a poca distanza uno dall'altro: questo fatto potrebbe causare **interferenze** ed **amplificazione** delle onde vibrazionali in tutte le direzioni spaziali, con conseguente aumento dei danni temibili.
2. **Sondaggi meccanici**: non solo pare sia stato eseguito 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, Bindes, Doss San Rocco, Villazzano, Gabbio, ecc) 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 lungo le sezioni geologiche rappresentate. Sarebbe stato più corretto elaborare una **cartografia tridimensionale "vera"** (anche se ricostruita su un numero limitato di punti, ma meglio se integrata con altre indagini fuori dal tracciato in galleria) utilizzando "**tutte**" le indagini areali (inclusa la geofisica) e "non" un modello 3D ricostruito solo con l'ausilio di 4 sezioni "incerte" basate su solo 3 sondaggi meccanici. 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 in considerazione del fatto che la principale superficie di scorrimento della Marzola almeno nella parte alta è visibile in affioramento per buona parte.
3. **Inclinometri**: le misure eseguite 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 Gabbio, Villazzano, ecc) e profonda (vedi piani multipli di scivolamento della Marzola).
4. **Idrogeologia**: Mi riservo di entrare eventualmente in merito alle "**interferenze fra galleria e sorgenti**", rispetto alle quali ci sarebbe molto da dire e per il cui commento si rimanda ad un secondo momento, quando ci sarà un progetto "completo" e visionabile in dettaglio in tutte le sue parti. Infatti, il progetto inserisce una Tabella (che rappresenta una semplificazione utile per un progetto **preliminare ma non per un progetto esecutivo**) in cui si classifica il "**rischio di interferenze**" fra sorgenti e galleria, definito "**medio**" rispetto ad almeno due delle sorgenti "**selezionate**", di importanza prioritaria per il territorio (secondo la cartografia PAT), che si ricorda sono utilizzate e **protette**. Si puntualizza che il "rischio" maggiore che le vibrazioni di scavo e della fase di esercizio è quello di "**sifonamento**" (richiamo delle acque delle sorgenti

nella galleria), in quanto le vibrazioni potrebbero causare variazioni dello stato e numero di “giunti aperti” degli ammassi rocciosi entro cui le acque scorrono. Si potrebbero inoltre verificare variazioni dei percorsi delle stesse, con una non auspicabile perdita o deviazione delle “emergenze” (punto di “affioramento” delle sorgenti) là dove sono attualmente captate. Non si sa quali altri studi siano stati fatti, ma ci si augura che tale tema sia stato approfondito **molto più di così**. Si chiede eventuale documentazione degli studi eseguiti.

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 oltre 2 km. A tal proposito, si richiamano di seguito alcuni dati, parti di relazioni ed elaborati che ci è stato sinora consentito di visionare e le considerazioni conseguenti. Si richiede copia di eventuali altri rapporti, qualora esistenti.

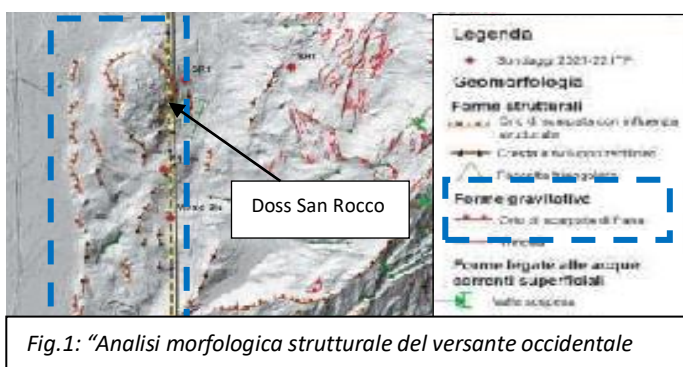
5. L’ **“analisi geomeccanica degli ammassi rocciosi”** è stata utilizzata solo per la classificazione lungo la galleria, ma non è stata utilizzata per la ricostruzione di sezioni geologico-geomeccaniche. Non è nemmeno chiaro se rispetto al tracciato in galleria sia stata fatta l’**analisi di stabilità** delle rocce in **“calotta e sui piedritti”** dei **singoli** sistemi di stratificazione e **fratturazione** derivanti da questo tipo di rilievo, che non sono indicati nella “sezione di geotecnica di progetto della galleria” (né altrove che io sappia) anche rispetto alla **“direzione di avanzamento dello scavo”**; questi dati sono indispensabili (oltre che per la classificazione) anche per poter eseguire un’oculata analisi preliminare della stabilità della galleria e per la valutazione delle opere previsionali e dei conseguenti relativi **costi**. Inoltre, 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 della **qualità delle rocce 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 un tracciato in maggior parte ricadente in termini di qualità **molto scadente** (se non costretti), con  **aumenti spropositati dei costi dell’opera** che **noi tutti** dovremo accollarci.

6. 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”*

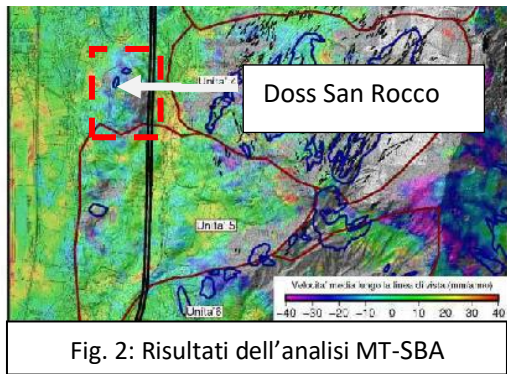


Fig. 2: Risultati dell'analisi MT-SBA

7. Anche l'analisi interferometrica illustrata in progetto, conferma almeno parzialmente quanto indicato sopra. Infatti, in prossimità di Doss San Rocco sono stati rilevati dei movimenti con velocità di 4 e 7 mm/anno con il metodo MT-SBA (evidenziati dai colori azzurri nel quadrato rosso qui a lato); l'area non è stata inserita nell'unità morfologica di cui costituisce il piede, (vedi anche 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 dall'analisi interferometrica) consente di rilevare aree soggette a deformazioni 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 (che con quel metodo non potevano nemmeno essere valutati), 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 comprese fra 4 e 7 mm/anno. Tale fatto a mio avviso sembrerebbe **confermare** anche i dati di San Rocco, che sono dello **stesso ordine di grandezza ed in analogo posizione** rispetto alla frana.

8. 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 e sui rilievi geomeccanici), si potrebbe verificare la 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 ("Analisi morfologica strutturale del versante occidentale"). Il probabile paleoalveo presente ad est di Doss San Rocco e delle gallerie, sembra aver eroso parte del piede della superficie di scivolamento, rendendo ancora più instabile il pendio.

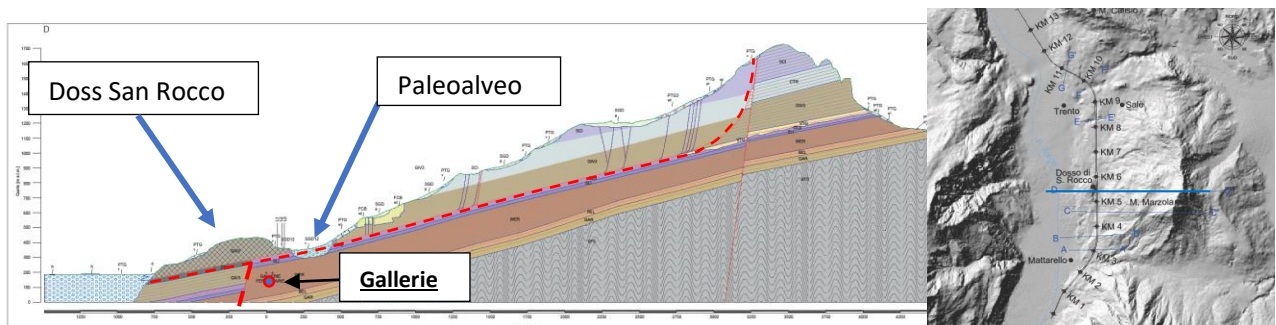


Fig.3 (estratto da progetto): Sezione geologica trasversale ai tracciati e corografia relativa.

9. La **tomografia elettrica (oltre 2 km di profili)** riportata nella relazione del progetto esecutivo, 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 indicate nel titolo di figura 4. 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, ricoperti da depositi più grossolani che rappresentano il corpo di una paleofrana (aree più superficiali con colori da giallo a rosso). 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 quanto le gallerie attraverseranno il piede dell'area franosa**.

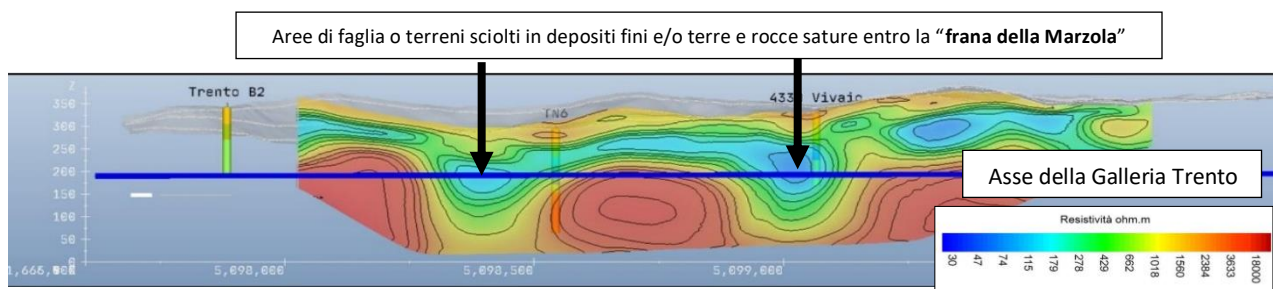


Fig.4 (estratto da progetto): Tomografia elettrica estratta in corrispondenza del binario ovest della galleria in progetto, fra le progressive 3,2 e 5,5 km.



## CONCLUSIONI.

Riassumendo:

1. L'analisi **idrogeologica** eseguita a salvaguardia delle **utenze idriche selezionate** dal PUP, per quanto ci è dato sapere risulta essere piuttosto carente, anche rispetto alle due sorgenti ad **"interferenza media col progetto"** (come riportato nel rapporto stesso). Viene da chiedere: *esiste uno studio più o meno dettagliato delle strutture idrogeologiche intercorrenti fra area delle sorgenti ed aree di progetto e relativamente alla "struttura" delle sorgenti e relative opere di presa?*
2. Nelle **"sezioni geologiche** trasversali ai tracciati" (vedi ad esempio figura 3), non si tiene conto né dell'analisi geomeccanica eseguita, né della tomografia elettrica, fattori che potrebbero essere determinanti per la comprensione delle possibili evoluzioni del movimento franoso della Marzola e dell'esecuzione delle verifiche di stabilità. *Se tali sezioni esistono se ne richiede copia.*
3. Grazie alle indagini fatte sull'area della Marzola, comunque si sa che ci sono dei movimenti intermittenti che interessano il pendio ma, a causa dei pochi punti di misura nel corpo della **frana**, alla "modellazione 3D" ricostruita **solo** con l'ausilio di 2-3 sondaggi meccanici, senza nemmeno l'inserimento delle tomografie sismiche, né del rilievo geomeccanico, 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 indagine (realizzato però solo in parte al momento attuale) si sarebbero potute eseguire altre indagini anche **a monte del tracciato in galleria entro il corpo di frana**. Entro **tutta l'area** del corpo di frana infatti, è stato eseguito **1 solo sondaggio meccanico** in passato dalla PAT e pochi punti di indagine geomeccanica, **di cui non si tiene conto da nessuna parte**, insufficienti per identificare i volumi "reali" mobilizzabili e le spinte ad essi afferenti, da inserire nelle verifiche di **stabilità del pendio**, sia rispetto allo stato di fatto che di **progetto**. Né nella relazione del 2021, né nelle slides per il progetto esecutivo si fa menzione a verifiche di stabilità dell'insieme opere/pendio, né ci è dato sapere se siano state inserite nelle eventuali verifiche le **amplificazioni delle vibrazioni** causabili anche per la presenza delle **strutture tettoniche** che collegano direttamente le gallerie all'area franosa ed i loro effetti rispetto alle diverse fasi di progetto, né si sa *su quali dati eventuali verifiche siano state calcolate*. Si ritiene questo fattore prioritario per la valutazione della **stabilità dei pendii** e dell'analisi delle **interferenze opere-pendio**.
4. Le interferometrie, gli inclinometri e le sezioni geologiche indicano che i **movimenti franosi, che saranno interessati dalle due gallerie** presumibilmente interessano anche le pendici più basse della Marzola, incluso il Doss San Rocco, che rappresenta parte del **"piede della frana"**. Infatti, 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 (vedi figura 4).
5. 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 di utilizzo. 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 **pie**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 tosco 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**.

6. 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 per alcuni aspetti con simulazioni informatizzate, 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).
7. 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.
8. 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 locali 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, 15/11/2023



(dr. geol. Michèle Luisa Vuillermin)