

Ing. Claudia Chiappino
Miniere e Cave
Progetti
Ricerca
Energie
Sviluppo
Ambiente & Sicurezza

Corso Emilia 38 - 10152 TORINO
tel. 347 - 25 39 794
E-mail: claudiachiappino@rocketmail.com
PEC: claudia.chiappino@ingpec.eu
C.F. CHPCLD70C53L219S
P.IVA 10394030018

**PROGETTO DI VALORIZZAZIONE
TURISTICA DEL SITO MINERARIO
"GULA"**

**Progetto Interreg IT-CH "Mineralp"
id.622393**

ELABORATO 1
RELAZIONE TECNICA per la
valorizzazione turistica del
sito, ai sensi della L.R. 17
novembre 2016, n. 23
Progetto Definitivo

Committente:

UNIONE MONTANA DEI COMUNI DELLA VALSESIA

GIUGNO 2021

IL TECNICO INCARICATO
ING. CLAUDIA CHIAPPINO



Collaborazioni: Geol. Enrico Zanoletti, Ordine Geologi Piemonte n° 623

MINIERA DELLA GULA - Comune di CRAVAGLIANA (VC)

RELAZIONE TECNICA



1 - PREMESSA

La Legge Regionale 17 novembre 2016, n. 23 “Disciplina delle attività estrattive: disposizioni in materia di cave”, all’art. 34 “Valorizzazione del patrimonio minerario dismesso di cave e miniere a fini turistici, ricreativi e culturali”, prevede specifica autorizzazione per riutilizzo dei siti minerari, permettendo così lo sviluppo di progetti finora in itinere, ma anche la “regolarizzazione” di attività storiche che attendevano l’attuarsi del corretto scenario normativo.

Con il successivo DPGR 2 ottobre 2017, n. 11/R - Regolamento regionale recante: “Attuazione dell’articolo 39 della legge regionale 17 Novembre 2016, n. 23 in materia di attività estrattive”, si sono esplicitati i contenuti della domanda per la suddetta autorizzazione.

Per la Miniera della Gula, localizzata in Comune di Cravagliana (VC) è stata così avviata – in seno al più esteso progetto “MINERALP” finanziato dalla Comunità Europea - la progettazione per l’ottenimento del titolo regionale, con il presente avvio dell’istruttoria.

Per la presa visione dei luoghi, è stato anche già effettuato un sopralluogo in situ dei funzionari regionali in data 05-12-2017.

Nel presente documento si riassumono pertanto gli elementi e le informazioni necessari all’ottenimento dell’autorizzazione per il riuso e alla valorizzazione del sito minerario dismesso della Gula, che rappresenta un esempio di storia mineraria da valorizzare.

Per praticità, nella presente istanza si è seguito l’ordine degli allegati richiesti elencato del Regolamento, riservando un paragrafo per ciascuno di essi.

2 - DOCUMENTAZIONE DA ALLEGARE ALLA DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE PER L'APPROVAZIONE DEI PROGETTI FINALIZZATI AL RIUSO E ALLA VALORIZZAZIONE DEI SITI MINERARI DISMESSI.

a) documentazione comprovante la disponibilità delle aree e degli immobili destinati ad attività di valorizzazione del patrimonio minerario dismesso;

L'area ex-mineraria oggetto di interventi di recupero e riqualificazione ricade sui seguenti mappali del Comune di Cravagliana (VC)

Foglio 1, mappali 2, 3 e 22 (gallerie, scalinata di accesso ed edifici di accoglienza)

Foglio 2, mappali 23 e 17 (rampa di accesso alla passerella pedonale e basamento passerella)

Per le acquisizioni dei diritti sui terreni, sono state già espletate le pratiche di contratto di comodato d'uso a favore dell'Ente richiedente

b) programma di valorizzazione del patrimonio minerario dismesso comprendente:

1. il documento organizzativo dell'attività di valorizzazione, comprensivo degli ordini di servizio per la gestione ordinaria degli accessi dei visitatori al sito minerario dismesso ed ai relativi compendi immobiliari in condizioni di sicurezza;

2. il documento organizzativo per la gestione delle emergenze gestionali;

3. il documento organizzativo per le emergenze antincendio

Per tutti i punti: 1-2-3, si fa riferimento all' ALLEGATO - "Schema di Documento di Valutazione dei Rischi/D.V.R."

Si precisa che gli Ordini di Servizio specifici e lo stesso DVR saranno resi esecutivi in versione definitiva nel momento in cui il sito diventerà attivo, a valle del rilascio dell'autorizzazione Regionale.

Vale la pena qui precisare che tutte le visite avverranno esclusivamente con accompagnamento di personale addetto e professionalmente preparato, il solo dotato delle chiavi di apertura dei cancelli di accesso e del quadro elettrico per l'accensione delle luci.

Le visite guidate saranno formate da gruppi composti da non più di 10 persone per volta e con intervalli non minori di 30 minuti tra un gruppo e l'altro.

Si specifica inoltre che, preso atto del numero massimo di visitatori (< 100) per ogni visita, e della assoluta mancanza di carico d'incendio o possibilità di scoppio, l'attività non ricade tra quelle che necessitano della autorizzazione dei VV.FF., ai sensi D.M.16/02/1982 e ss.mm.ii.

4. gli obiettivi di formazione per il personale;

Consistono in un continuo aggiornamento sulle norme in materia di sicurezza del sotterraneo e sulla gestione dei musei minerari, svolta periodicamente da consulenti tecnici e tramite corsi dedicati.

I contenuti dei corsi di formazione e di aggiornamento seguiranno le linee guida dettate da ISPRA con il progetto Re.Mi. (Rete dei Parchi Minerari) "Indicazioni per la formazione di operatori turistici minerari", consultabile al seguente link:

<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/indicazioni-per-la-formazione-di-operatori-turistici-minerari.-pubblicazione-della-remi>

5. lo schema di organizzazione dei trasporti del personale e dei visitatori;

6. l'elenco delle macchine utilizzate per l'attività di valorizzazione;

Circa i punti 5-6: le visite saranno svolte esclusivamente su tracciato pedonale, senza l'impiego di mezzi di locomozione e/o trasporto.



Foto 1-2: sul futuro percorso pedonale

7. il business plan: elenco degli investimenti relativi agli interventi di cui ai punti precedenti.

Tutti gli interventi necessari per l'adeguamento a leggi e/o norme in materia di sicurezza, nonché le migliorie funzionali dei servizi ai visitatori sono previsti cantierabili nell'autunno del 2021, con obiettivo l'apertura del sito al pubblico nell'inverno dello stesso anno o primavera 2022.

In previsione ci sono investimenti per ca. 60.000 € (di cui circa 30.000 € in sotterraneo e 30.000 € all'esterno) che prevedono:

- i lavori di messa in sicurezza e ripristino funzionale del sotterraneo e delle pertinenze esterne;
- l'impiantistica elettrica (illuminazione ordinaria e di emergenza);
- gli allestimenti dei percorsi di visita

come di seguito meglio illustrato.

I fondi di investimento derivano dalla programmazione europea Interreg Italia-Svizzera 2014-2020 (all'interno del progetto MINERALP, id. 622393) per gli interventi relativi alle opere in sotterraneo e alla passerella di accesso all'area mineraria, e dalla programmazione PSR Regione Piemonte, bandi GAL, per le opere di superficie e gli allestimenti. Ulteriori finanziamenti di piccola entità (da fondazioni bancarie e settori regionali) sono in fase di richiesta per lavori di sistemazioni territoriali esterne all'area mineraria, ma ad essa funzionali.

Per le attività da svolgere in ambiente sotterraneo deve essere anche presentata la seguente documentazione:

1. schema degli impianti elettrici e di comunicazione in sotterraneo e con l'esterno

L'impianto di illuminazione fissa su tutto il percorso è previsto solo per il livello 1, quello inferiore, in quanto usufruibile a tutte le categorie di visitatori inclusi i portatori di handicap.

Al livello 2 le luci saranno solo "funzionali" alla migliore e più suggestiva visione dei cosiddetti "laghetti", mentre i percorsi non prevedono punti di illuminazione fissa.



Foto 3 – uno dei 2 “laghetti” al livello 2

Lo stesso vale per i livelli superiori, rispettivamente 3 e 4, che saranno percorribili solo da parte di visitatori “sportivi”, allenati a terreni disagiati, con allestimento tipo “via ferrata”.

Si prevede infatti di dare in dotazione personale individuale una torcia frontale montata su casco da alpinismo per ogni visitatore, in modo da garantire in ogni momento il mantenimento delle condizioni di sicurezza legate all'agevole percorribilità e visibilità dei tracciati.

Al paragrafo 10 è schematizzato quanto sopra descritto, con una rappresentazione grafica dei livelli di miniera visitabili.

2. lo schema e il progetto dell'impianto di ventilazione:

La ventilazione è ottimale in tutto l'arco dell'anno, in quanto assicurata dalle varie comunicazioni realizzate ai tempi degli scavi minerari tra i diversi livelli per mezzo di camini e traverse; in particolare, tra i livelli 2, 3 e 4 esiste un collegamento semi-verticale (per mezzo di 2 pozzi successivi) che sarà attrezzato per la visita “speleologico/alpinistica”.

Questo collegamento verticale garantisce il fluire dell'aria sui diversi livelli, il cui dislivello complessivo è di ca. 40 m.



Foto 4 – il pozzo tra i livelli 2 e 3 visto dal basso

3. i criteri per l'organizzazione del servizio di manutenzione delle gallerie e dei vuoti di coltivazione e per l'educazione delle acque sotterranee;

4. il programma di monitoraggio relativo al mantenimento delle condizioni di progetto, con particolare riferimento alla ventilazione e alla stabilità dei vuoti sotterranei;

Riguardo i punti 3-4 si può affermare quanto segue: periodicamente (si stima con frequenza almeno annuale, in occasione del finire della stagione invernale, al disgelo) sarà svolta attività di manutenzione ordinaria delle gallerie da parte di personale specializzato, nello specifico con un controllo accurato dello stato del sotterraneo, disaggi puntuali della calotta e dei piedritti, pulizia delle canaline laterali di drenaggio ed altre opere necessarie per il completo ripristino/mantenimento delle condizioni di sicurezza dei percorsi di visita.

Le manutenzioni straordinarie (sostituzione o rinforzo di quadri o disaggi di maggiore entità) saranno svolte di volta in volta con personale specializzato, in funzione dell'entità e della tipologia dei lavori; le particolari, ottime condizioni dell'ammasso roccioso permettono di considerare questi interventi piuttosto rari, consentendo di limitare le attività di manutenzione prevalentemente alla routine di controllo regolare.

a) la documentazione che illustri la precedente attività estrattiva svolta sul sito oggetto di valorizzazione;

La documentazione attestante la precedente attività mineraria è riassunta nella seguente tabella, riportante la successione temporale di permessi di ricerca e concessioni minerarie dal 1874 fino al 1955

Reg. Alla Gula	nichelio	Sig Reale Gaudenzio	Domanda 23 Novembre 1874 Decreto 4 Febbraio 1875 Parere favorevole proroga 7 Maggio 1877 Decreto 14 Maggio 1877	2 anni 1 anno	
Reg. Gula e Brughiere	nichelio, cobalto, rame, oro e argento	sig. Cenni Giuseppe	Domanda 30 Gennaio 1900 Parere favorevole 8 Agosto 1900 Decreto 21 Agosto 1900 Proroga decreto 2 Agosto 1902		
Reg. Gula e Brughiere	nichelio, cobalto, rame, oro e argento	Società Miniere Cupro - Nichelifere Italiane	Domanda 16 Agosto 1903 Parere favorevole 29 Dicembre 1903 Decreto 18 Gennaio 1904	2 anni	
Reg. Gula e Brughiere	nichelio, cobalto, rame, oro e argento	Brunetti Giovanni Domenico	Domanda 30 Aprile 1914 Decreto 1 Luglio 1914 Proroga decreto 2 Agosto 1916	2 anni	
Reg. Gula e Brughiere	nichelio, cobalto, rame oro e argento	Ing. Giulio Probatì	Domanda Decreto 29 Dicembre 1919 Proroga decreto 11 Aprile 1922	2 anni	Ceduto al sacerdote Teruggi Giuseppe con atto 5 Settembre 1921
Reg. Gula	oro e nichelio	Sac. Giuseppe Teruggi	Domanda Decreto 26 Aprile 1923 Proroga decreto 16 Maggio 1925 Domanda di rinnovo Decreto 3 Settembre 1926	2 anni 2 anni	
			Domanda proroga 15 Settembre 1928 Decreto 21 Dicembre 1928	3 anni (EH. 131)	
			Domanda proroga 10 Febbraio 1932 Proroga Decreto Ufficio 16 Maggio 1932	3 anni	Scade il 21 Dicembre 1934
Reg. Gula	oro e nichelio	Consorzio Minerario Valsesiano	Domanda 27 Febbraio 1935 Determinazione 22 Maggio 1935 Proroga decreto ministeriale 22 Novembre 1938 Proroga decreto ministeriale 28 Luglio 1939 Proroga decreto ministeriale 19 Ottobre 1940 Proroga decreto ministeriale 2 Febbraio 1942	3 anni (EH. 131)	(per 1 anno dal 22 Maggio 1938) (per 1 anno dal 22 Maggio 1939) (fino al 22 Maggio 1941) 8 Fino al 22 Maggio 1943)
Reg. Gula	oro e nichelio	Consorzio Minerario Valsesiano	Domanda 23 Febbraio 1944 Decreto Ministeriale 27 Gennaio 1945	2 anni (EH. 375)	
Reg. Gula	Piombo, pirite, calcopirite, talco e grafite	Consorzio Minerario Valsesiano	Domanda Determinazione 10 Gennaio 1951 Proroga decreto Ministeriale 26 Ottobre 1953		(Fino al 9 Gennaio 1953) (Fino al 9 Gennaio 1955)
Reg. Alle Mole	oro	Sig. Cina Agostino	Domanda 26 Giugno 1889 Parere favorevole 2 Agosto 1889 Decreto 21 Agosto 1889	2 anni	Ceduto a Pirazzi - Maffiola Ferdinando
		Pirazzi - Maffiola Ferdinando	Domanda 10 Febbraio 1893 Parere favorevole 29 Aprile 1893 Decreto 9 Maggio 1893 Parere favorevole proroga 18 Maggio 1895 Proroga decreto 22 Maggio 1895 Domanda Parere favorevole 10 Ottobre 1896 Decreto 25 Ottobre 1896	2 anni 1 anno	
Reg. Mole Pinsone Reale	oro	Pirazzi - Maffiola Ferdinando	Parere favorevole proroga 29 Ottobre 1898 Proroga decreto 2 Novembre 1898 Domanda rinnovo 5 Agosto 1899 Ritirata 5 Ottobre 1899		Comprendente un ampliamento nel Comune di Rimella
Reg. Mole Pinsone Meale	oro	Pirazzi - Maffiola Ferdinando	Parere favorevole 22 Ottobre 1899 Decreto 28 Ottobre 1899	2 anni	
Reg. Mole Pinsone - Bocone	oro	Sig. Giorgio Robinson	Domanda 27 Marzo 1904 Decreto 7 Ottobre 1904 Proroga decreto 14 Ottobre 1906 Domanda 30 Agosto 1907 Decreto 28 Dicembre 1907 Proroga decreto 7 Febbraio 1910	2 anni 2 anni	Ripresentata 24 Giugno 1904
			Domanda Decreto 21 Aprile 1911 Proroga decreto 8 Giugno 1912	1 anno	
			Domanda Decreto 9 Aprile 1913	2 anni	

b) la relazione dalla quale risulti la fattibilità tecnico-economica dell'intervento di valorizzazione:

L'attuale valorizzazione con fruizione turistica della miniera della Gula avviene sulla scorta del successo riscontrato per altre iniziative del genere, in particolar modo rivolte a fruitori di montagna e come tali interessati a svolgere attività culturale e sportiva in un contesto unico.

Vista la potenzialità del bacino turistico (prossimità alle stazioni sciistiche invernali di Alagna e Mera, comprensorio alpinistico del Monte Rosa e dell'intera Valsesia, quindi fruibilità in tutte le stagioni, condizioni meteorologiche permettendo) si stima un'affluenza annuale di ca. 5.000-8.000 visitatori, comprensivi del settore del turismo scolastico.

Dal punto di vista economico, è prevedibile che la miniera della Gula possa sostenersi da sola, in virtù dei bassi costi di gestione e della possibilità di far rete con una vasta offerta turistica, grazie al network transfrontaliero in corso di realizzazione con il progetto INTERREG "MINERALP" e la partecipazione a reti nazionali (Re.Mi.) e locali (ad esempio, MUSEI PIEMONTE).

c) il progetto di valorizzazione della cava dismessa o del relativo compendio immobiliare, comprendente:

1. l'inquadramento territoriale:

Il sito minerario di GULA si trova nel territorio comunale di Cravagliana (VC), nei pressi dell'omonima frazione. E' ubicato nel fondovalle del torrente Landwasser, affluente di sinistra del Torrente Mastallone, che a sua volta, all'altezza di Varallo Sesia, si immette nel fiume Sesia.

A quote comprese tra 850 e 910 m s.l.m., il complesso minerario è composto da 4 livelli di gallerie, collegate esternamente da una scalinata che si sviluppa sul ripido versante roccioso.

2. la relazione geologica e geotecnica:

In questo paragrafo si affronteranno separatamente l'inquadramento geologico-strutturale e petrografico-giacimentologico rispetto all'analisi geotecnica e geomeccanica dell'ammasso roccioso.

Assetto geologico-strutturale

L'area dove sono situati i lavori minerari di Gula è caratterizzata da un quadro estremamente complesso dal punto di vista stratigrafico-strutturale al limite tra Sesia-Lanzo e Zona Ivrea-Verbanò, anche per la sovrimposizione di fenomeni di milonisi, diaforesi e tettonica fragile legati al complesso sistema di movimenti connessi alla Linea del Canavese s.l..

Procedendo da W verso E, lungo il corso dei torrenti Mastallone e Landwasser possono essere identificate le seguenti unità formazionali principali (fig. 1):

a) Zona Sesia-Lanzo: Scisti di Rimella e Fobello auct.

b) Zona Ivrea Verbanò:

b1) Serie Kinzigitica

b2) Complesso Basico (Unità Cicliche basali e Unità Gabbroide inferiore)

a) Scisti di Rimella e Fobello auct.

Si tratta di un'unità distinguibile per le seguenti caratteristiche generali:

- dal punto di vista litologico la prevalenza di rocce a marcata anisotropia planare, con associazioni mineralogiche tipiche della facies scisti verdi (scisti o gneiss micaceo-cloritico-epidotici, gneiss cataclastici, scisti anfibolici, scisti carbonatici, scisti grafitosi)
- dal punto di vista strutturale una giacitura relativamente uniforme dei piani di scistosità, con direzione prevalente attorno a NE e valori di inclinazione verso NW tra 20° e 60°.

In generale le litofacies più intensamente laminate sono più diffuse lungo una stretta fascia che individua il limite con la Zona Ivrea-Verbanese, ossia la traccia convenzionale della Linea del Canavese. Tale limite, come prodotto di più eventi (metamorfici e tettonici) diversamente sovrapposti, appare identificabile sul terreno in base a un criterio composito che tiene conto dei cambiamenti più o meno bruschi di litologia, della presenza di orizzonti caratteristici (livelli di scisti carbonatici, fasce milonitiche o ultramilonitiche), dell'evidenza di discordanze angolari: esso individua un piano per lo più mediamente inclinato verso NW (tra 45° e 60°) e da poco inclinato (30°) fino a suborizzontale nel settore tra Sella e S. Gottardo, con i caratteri quindi di un vero e proprio sovrascorrimento.

L'orizzonte di filloniti e miloniti attribuibili all'unità 'Rimella e Fobello' risulta d'altra parte geneticamente e temporalmente collegata a un movimento di accomodamento longitudinale lungo la Linea del Canavese in conseguenza del retropiegamento e sollevamento delle falde delle Alpi centrali.

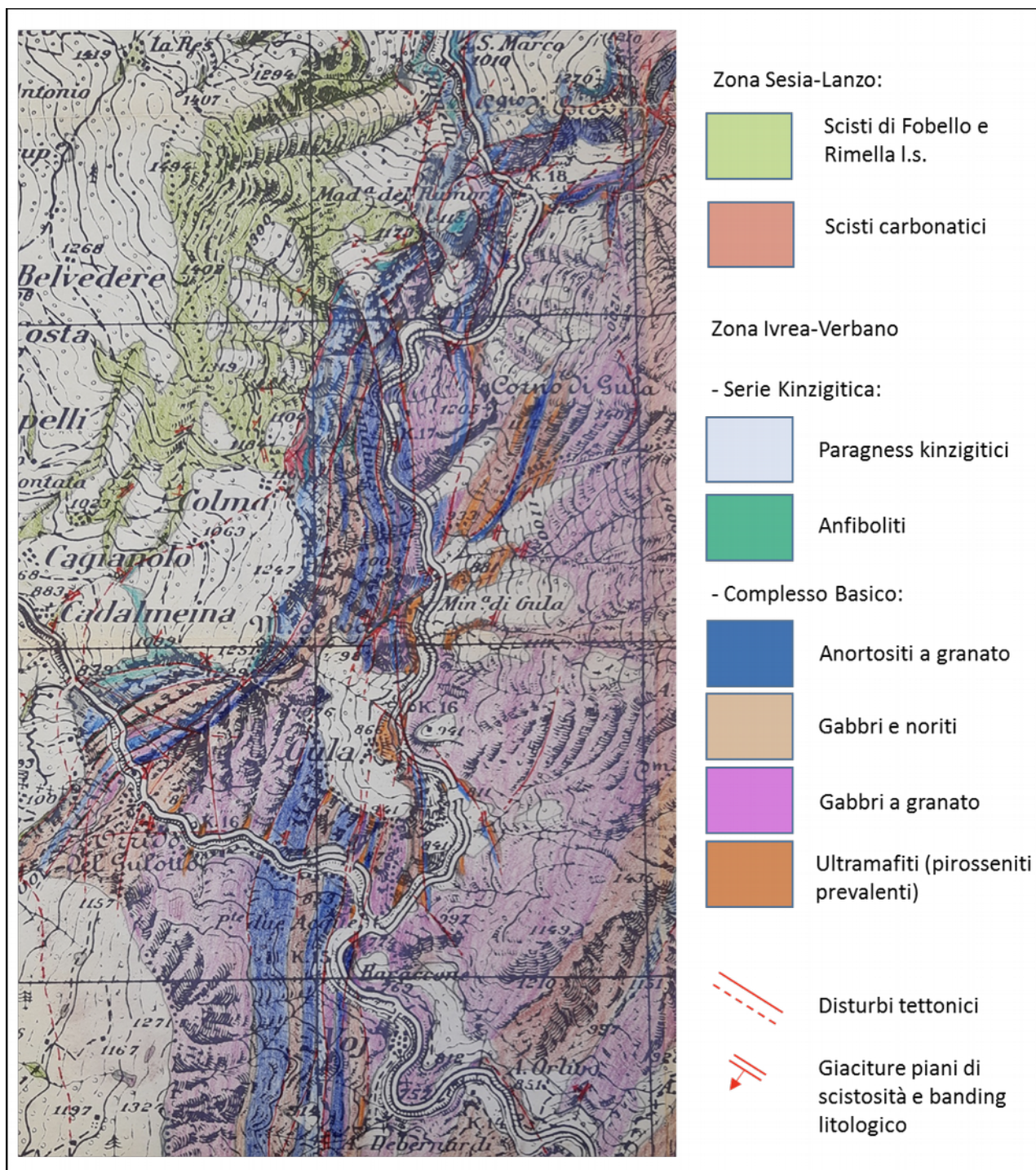
b) Zona Ivrea-Verbanese

b1) Serie Kinzigitica

Rocce riferibili, almeno per composizione e associazione litologica, a questa unità affiorano lungo il margine occidentale dell'Ivrea-Verbanese come scaglie tettoniche che individuano un orizzonte relativamente continuo da S a N, con carattere di sovrascorrimento, interposto tra gli Scisti di Fobello e Rimella e i litotipi del Complesso Basico.

Rispetto agli Scisti di Rimella e Fobello la distinzione è spesso difficile data la frequenza, nelle rocce di questo orizzonte, oltre che di fenomeni di cataclasi-milonisi più o meno spinta, anche di deformazioni a carattere scistogeno con evidente retrocessione metamorfica.

Anche i caratteri giacitureali non differiscono da quelli degli Scisti di Fobello e Rimella, con immersione ad W, NW e inclinazioni tra 45° e 60°. In generale, riguardo alla distribuzione delle litofacie, in prossimità del limite con gli Scisti di Fobello e Rimella affiorano prevalentemente anfiboliti, sovrapposte a kinzigiti e stornaliti (metapeliti): i livelli carbonatici occupano in genere la posizione più bassa e sembrano costituire gli orizzonti preferenziali lungo i quali si sono impostati i più importanti movimenti a prevalente componente orizzontale.



Carta geologico-strutturale dell'area di Gula (scala 1:10.000)

b2) Complesso Basico

Unità Cicliche

La successione stratigrafica del corpo intrusivo stratiforme inizia, a partire dal contatto con la peridotite di Balmuccia, con un livello basale di pirosseniti a grana gigante (di spessore variabile da alcuni dm a 40-50 m) cui seguono verso l'alto (verso E) alternanze ritmiche di gabbri, peridotiti, pirosseniti, con intercalati sottili setti di paraderivati.

Le alternanze litologiche sono osservabili a tutte le scale (dalla decina di m al mm) unitamente a un layering molto marcato. L'intera sequenza ritmica di queste alternanze, allungata N-S e più o meno

raddrizzata, raggiunge i 5-600 m di spessore tra Bottorno e Isola, mentre a N e probabilmente anche a S appare progressivamente ridotta e troncata dagli stessi fenomeni tettonici che interessano il corpo peridotitico di Balmuccia.

Unità Gabbroide Inferiore

In essa vengono schematicamente distinti livelli o lenti pirossenitici, gabbri prevalentemente granatiferi, gabbri bandati e anortositi: questa sequenza litologica sembra individuare una serie da ultrabasica a basica con caratteristiche tali da giustificarne la distinzione dal resto della successione sia a letto che a tetto.

L'elemento di separazione tra le Unità Cicliche e l'Unità Gabbroide inferiore è rappresentato da un grosso setto prevalentemente metapelitico (con alternati gabbri e/o metabasiti) che per continuità e potenza costituisce un importante marker all'interno del Complesso Basico: questo orizzonte composito prosegue con andamento N-S anche in Valsesia e Valsessera, con spessori che vanno dai 100 ai 400 m, mentre verso N si estende fino all'altezza di Rimella, dove appare in parte eliso e in parte coinvolto dai sistemi di sovrascorrimenti del Canavese.

Dislocazioni pure orientate N-S e notevolmente continue interessano tutta la fascia metapelitica, che appare altresì trasposta, in genere verso E, da sistemi di faglie E-W e NE-SW.

In ogni caso, a prescindere dalle complicazioni tettoniche, la presenza in associazione con i paraderivati, di rocce di probabile contaminazione-ibridazione come le charnockiti (diffuse in particolare a S della Valsesia) e le anortositi a granato (area di Gula), nonché di evidenti contatti magmatici tra rocce basiche-ultrabasiche e metapeliti sembrano giustificare l'interpretazione di questa fascia come una porzione crostale in parte assimilata in parte conservata, in posizione intermedia, entro le rocce intrusive del Complesso Basico, e separante probabilmente non solo livelli diversi, ma episodi o fasi successive di una multi-intrusione.

Le pirosseniti (con associate noriti, gabbri e peridotiti) che compaiono generalmente alla base della sequenza dell'Unità Gabbroide Inferiore rappresentano l'orizzonte litologico-stratigrafico di maggiore interesse per quanto riguarda la presenza di solfuri.

In val Mastallone, tra Cima Lavaggio e Cima Scarcone, a fronte di una discreta continuità dei paraderivati, le pirosseniti compaiono in lembi discontinui, tettonizzati, discordanti con l'assetto strutturale prevalente attorno a N-S: gli affioramenti relativamente più continui ed estesi sono quelli immediatamente a W e NW di Meula, con rare e molto limitate concentrazioni di solfuri. Tra Cima Scarcone e il corso del Mastallone gli affioramenti sono scarsi e di esiguo spessore. Poco a S di Gula le pirosseniti ricompaiono in bande di alcuni metri di spessore, per espandersi più a N in forma di corpo stratoide con alternanze di gabbro-noriti e sottili letti di paraderivati, che raggiunge uno spessore attorno a 150 m per 700 m circa di lunghezza; più a N dell'area di Gula le pirosseniti affiorano solo lungo l'Enderwasser in esili scaglie pizzicate lungo faglia tra paraderivati e gabbri a granato.

Al tetto dell'orizzonte pirossenitico è presente una porzione di gabbri granatiferi che, nonostante facies analoghe compaiano anche in altri livelli della successione del Complesso basico, per le sue caratteristiche peculiari (particolare abbondanza e grosse dimensioni dei granati, aspetto massivo, associazione con minori setti di paraderivati), il notevole spessore e la continuità in senso N-S assume un preciso significato stratigrafico-strutturale. Questo corpo gabbroide nella zona ad E di Gula forma, sia pure con frequenti intercalazioni di gabbri non granatiferi, una fascia di oltre un km di larghezza, anche se tale spessore è in parte apparente in quanto soprattutto effetto di una variazione di assetto strutturale, che da subverticale N-S passa a valori di inclinazione attorno a 45° con immersione prevalente a NW, e di probabili ripetizioni prodotte da una struttura 'a scaglie embricate' sul versante W del M. Kaval: l'orizzonte gabbroide nel suo insieme è progressivamente interessato dalle spinte da NW legate alla formazione degli Scisti di Fobello e Rimella e va a sua volta ad accavallarsi sopra le unità più alte del Complesso Basico.

La parziale ripetizione di spezzoni delle unità fin qui descritte (Unità Cicliche e Unità Gabbroide inferiore) ad W di Gula, sembrano far ipotizzare l'esistenza di un motivo anticlinale complicato da piegamenti minori e da fenomeni tettonici di tipo fragile, sovrimposta almeno in parte al carattere originario dell'intrusione basica-ultrabasica con carattere multifasico.

Quadro giacimentologico

Nell'area di Gula s.l. sono presenti due tipi principali di mineralizzazioni a solfuri:

- a) Il tipo più ricorrente e diffuso è rappresentato da quelle a Fe-Ni-(Cu) in stretta associazione stratigrafico-strutturale con le rocce delle Unità cicliche basali del Complesso Basico ed in particolare con la fascia di lenti e/o livelli stratoidi di ultrabasiti (pirosseniti in prevalenza con subordinate peridotiti) che si estende con andamento SSW-NNE grossomodo dal corso del Mastallone al basso Enderwasser (a1); in questo settore oltre alle pirosseniti sono localmente mineralizzati anche i litotipi anortositici a granato che formano grosse bande ad occidente della fascia ultrabasica (a2). Si veda in Fig. 1 la collocazione di queste mineralizzazioni nell'ambito di quelle analoghe del Complesso Basico tra Valsesia e Val d'Ossola.
- b) L'altro tipo di mineralizzazione è rappresentato da manifestazioni a solfuri di Fe-Cu-Au associate a litofacies quarzoso/carbonatiche con tipologia complessa a carattere filoniano, che sono distribuite entro le rocce dell'Ivrea-Verbano e degli Scisti di Rimella e Fobello nella fascia al limite tra le due unità interessata dai disturbi della linea del Canavese. Si veda in Fig. 2 la collocazione di queste mineralizzazioni ('Giacimenti della Zona del Canavese', auct.), appartenenti al Distretto aurifero del Monte Rosa.

Alla miniera di Gula, le concentrazioni stratoidi a solfuri legate alle rocce basiche e ultrabasiche (a) sono tagliate in discordanza dalle manifestazioni filoniane aurifere (b), che, come si vedrà oltre, presentano caratteri paragenetici ibridi con le prime.

Entrambi i tipi di mineralizzazione sono state oggetto in passato di lavori minerari più o meno importanti di ricerca o limitata coltivazione, per la localizzazione e toponomastica dei quali si faccia riferimento al paragrafo conclusivo di queste note ('Ubicazione dei lavori minerari').

a) Mineralizzazioni a Fe-Ni-(Cu)

a1) Mineralizzazioni nelle ultramafiti

Le rocce incassanti

A Gula la serie delle ultramafiti (con minori rocce gabbroidi) costituisce un corpo lentiforme compreso entro gabbri a granato alternati o strettamente implicati con setti metapelitici. Questa zona presenta notevoli complicazioni tettoniche e strutturali dovute alla linea del Canavese.

Le rocce ultrabasiche sono rappresentate in massima parte da pirosseniti riferibili probabilmente a corpi ultrabasici affioranti per lo più alla base dell'Unità Gabbroide inferiore.

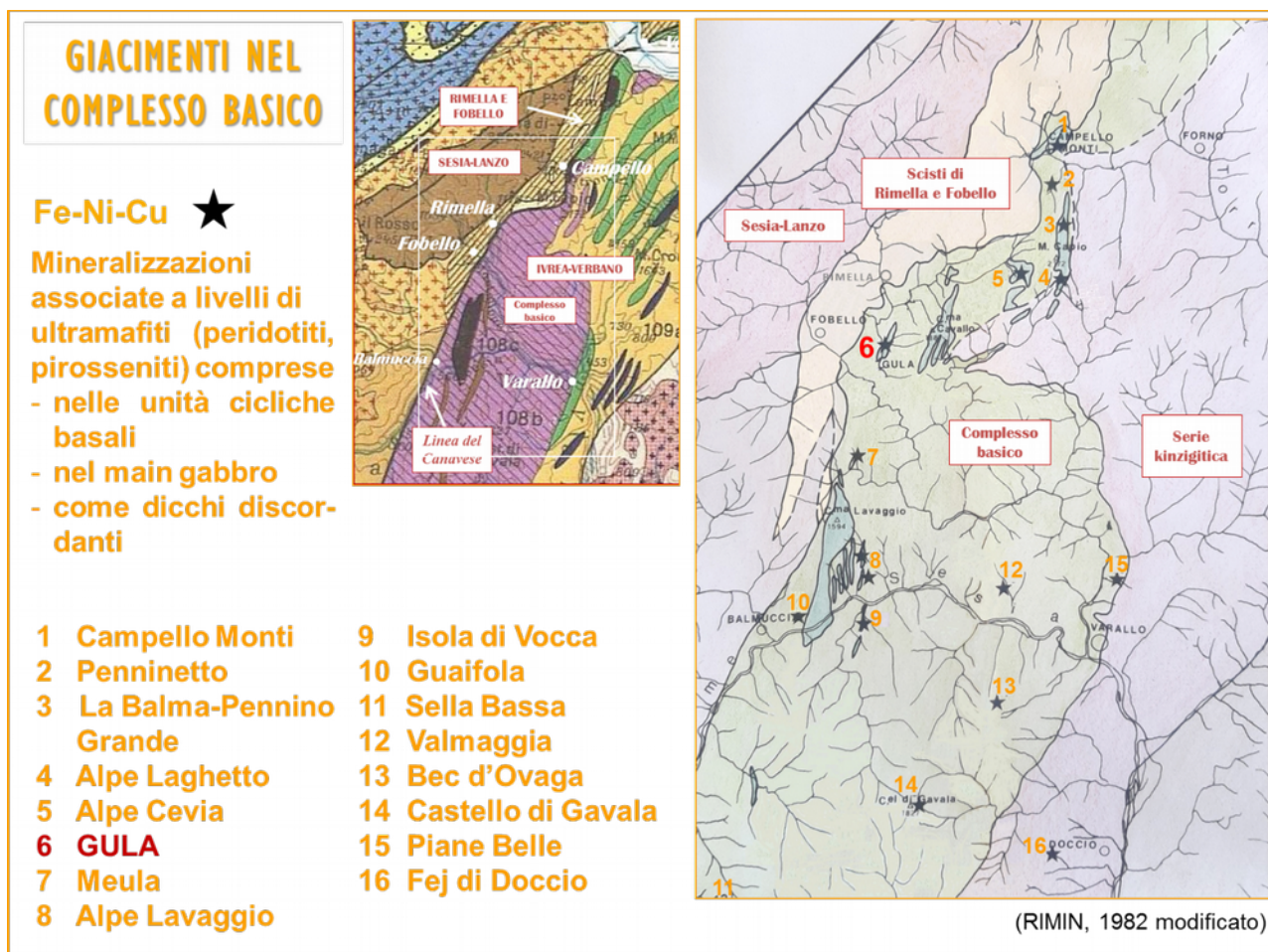


Fig. 1 – I giacimenti della Zona Ivrea –Verbanio tra Valsesia e Valdossola

La Zona Ivrea-Verbanio presenta un quadro ricco e articolato di giacimenti le cui dimensioni e il cui valore economico sono tuttavia in genere, con riferimento alla situazione e alle conoscenze attuali, di limitata rilevanza. Si possono individuare i seguenti gruppi di mineralizzazioni:

- a)- Fe-Ni-(Cu) nei livelli ultramafici di frazionamento nella parte bassa dell'intrusione (Unità Cicliche basali)
- b)- Fe-Cu-Ni nei livelli ultramafici di frazionamento nella parte media e alta dell'intrusione (Gabbro Principale)
- c)- Fe-Ni-Cu in corpi ultramafici da discordanti a subconcordanti che tagliano la parte alta del Gabbro Principale o intruse nei metasedimenti della Serie Kinzigitica come offset (sill o dicchi).

In base alle caratteristiche paragenetiche, tessiturali, alla geometria dei corpi mineralizzati e all'associazione litologica, le mineralizzazioni a) e b) sono interpretabili come prevalentemente prodotte dal processo di differenziazione magmatica che ha originato il Complesso Basico; in particolare esse riflettono i caratteri delle mineralizzazioni liquido-magmatiche tipiche dei grandi complessi basici stratificati. Quelle del tipo c) invece a fasi magmatiche successive alla messa in posto del Complesso basico principale.

Le pirosseniti sono osservabili presso il cantiere 'Cascata' dell'area mineraria (galleria 'S. Antonio', a q. 812 m), che si apre al livello del letto del torrente Landwasser, in sponda destra, circa 50 m a N del ponte per le case della frazione Gula in corrispondenza di una forra a pareti verticali¹.

Esse formano un corpo allungato parallelamente al corso del torrente (direzione N-S) esteso, per la parte affiorante, poco più di 100 m in lunghezza per circa 40 m di spessore, coperto su tre lati da depositi fluviali. Il corpo pirossenitico è più potente al centro, mentre ai margini S e N le pirosseniti si riducono e sono maggiormente alternate a livelli gabbroidi.

Oltre il tratto di copertura, tanto a N quanto a S affiorano rocce gabbro-noritiche con intercalazioni di pirosseniti da qualche metro a pochi decimetri di spessore e alcune bande sottili di anortositi a granato. Anche ad E, in corrispondenza dell'intaglio del torrente, le pirosseniti fanno passaggio, con

¹ I toponimi minerari che verranno qui utilizzati sono quelli riportati sui piani di miniera redatti nel periodo 1920-1942.

alternanze da metriche a centimetriche, a gabbro-noriti: queste ultime occupano tutto il letto del torrente (20 m circa) fino alla sponda sinistra dove compaiono, in contatto brusco per faglia, dei gabbri a granato che formano un orizzonte monotono e continuo verso E.

Tutte queste rocce formano una sequenza verticalizzata orientata N-S, come appare evidente dalla tessitura parallela dei gabbri a granato o delle gabbro-noriti e dalla direzione delle bande pirossenitiche. La stessa direzione presenta la faglia che separa i gabbri a granato dalle gabbro-noriti, interessate a loro volta con le pirosseniti, da dislocazioni sempre subverticali dirette sia a NW che a NE (lungo le quali è impostata anche a W della galleria, la cascata da cui questa prende il nome); altri piani di taglio immersi N10°W, con inclinazione attorno a 40°, suddividono le pirosseniti in grosse banconate di alcuni metri di spessore.

Nonostante la complessità strutturale che contraddistingue la zona, è abbastanza evidente sul terreno la continuità tra le pirosseniti di Cascata e quelle formanti la fascia di Gula-Corno di Gula; la distinzione che viene fatta tra questi litotipi si basa prevalentemente sulla diversa distribuzione dei solfuri nell'ambito degli stessi.

Le pirosseniti presentano al microscopio una struttura massiccia spesso fortemente cataclastica con diffusi fenomeni di deformazione (estinzione ondulata, kink bands) dei singoli cristalli. La composizione è prevalentemente websteritica con elevato ortopirosseno sino a ortopirossenitica. L'associazione mineralogica è data in ordine di abbondanza da ortopirosseno, clinopirosseno, scarsa orneblenda e opachi; i prodotti di alterazione sono talco e serpentino. Termini websteritici a prevalente clinopirosseno si trovano invece verso il margine W (in alcune di queste rocce vi è anche la presenza di spinello verde).

La presenza dell'olivina in queste pirosseniti è episodica ad esclusione della fascia più a S, ove si è rinvenuto un livello di peridotiti anfiboliche con paragenesi data da olivina, ortopirosseno, clinopirosseno, orneblenda ed opachi, con l'orneblenda talora molto abbondante.

I livelli gabbroidi associati alle pirosseniti mostrano una composizione da noritica a gabbro-noritica con paragenesi data da plagioclasio, ortopirosseno, clinopirosseno e saltuaria presenza di orneblenda e biotite. Essi presentano al microscopio una struttura granulare massiccia, a grana medio-fine, e una zonatura evidente con bande alterne leucocrate e melanocrate (anche i pirosseni hanno a volte una distribuzione differenziata, con fasce a due pirosseni alternate con altre a solo orto o clinopirosseno).

Gabbro-noriti e noriti Tra plagioclasio (65% An) e pirosseni è sovente intercalato un bordo di orneblenda bruna o, più raramente, spinello verde in plaghe lobate o in inclusioni pseudo-mirmechitiche.

A S si osservano rocce gabbroidi che presentano evidenti segni di riequilibrio; esse sono caratterizzate in particolare dalla presenza di minute inclusioni di spinello verde entro i plagioclasti nonché dalla trasformazione dei minerali femici (ortopirosseno, clinopirosseno e orneblenda).

In conclusione le pirosseniti di Gula hanno caratteri petrografici omogenei ad esclusione del settore più a S, che presenta una banda di rocce a composizione peridotitica anfibolica e rocce gabbroidi con profondi segni di riequilibrio; è interessante notare che questi litotipi sono anche quelli maggiormente mineralizzati dell'area di Gula.

Le mineralizzazioni

La mineralizzazione, che interessa soprattutto le pirosseniti e solo in parte le gabbro-noriti alternate a queste, passa da una disseminazione minuta progressivamente più abbondante da E a W fino a una diffusa impregnazione: i solfuri costituiscono aggregati intergranulari di dimensioni da millimetriche a centimetriche entro gli spazi intergranulari dei silicati; essi non raggiungono in genere valori superiori all'1% della roccia e frequentemente si tengono notevolmente al di sotto.

In zone di intensa cataclasi i solfuri in plaghette o in vene riempiono le fratture tra i silicati; in qualche caso fenomeni di deformazione e/o fratturazione sembrano interessare indistintamente tanto i solfuri che i silicati.

La presenza in una discarica prossima allo sbocco della galleria del cantiere 'Cascata' di blocchi di 10-15 cm composti quasi esclusivamente di solfuri in massa, con rari inclusi pirossenici, fa presumere un ulteriore arricchimento della mineralizzazione all'interno delle pirosseniti massicce. Confrontando le notizie desunte dalla Rivista del Servizio Minerario del 1921, in cui si parla di *"una ricca lente di pirrotina estendentesi per circa 25 mt. in direzione e oltre 10 mt in altezza"*, con i dati ricavati dal piano di miniera sull'andamento della galleria (18 m in direzione N-S, pozzo verticale di 12 m), se ne deduce che la mineralizzazione massiccia si presenta verosimilmente come un sottile corpo (qualche decimetro di spessore) da lentiforme a stratiforme, allungato N-S e verticalizzato, quindi concordante con le rocce incassanti.

Le rocce impregnate o disseminate di solfuri formano un orizzonte di spessore variabile (valutabile sugli 8-10 m) ai bordi della lente massiccia: la chiusura a lente della mineralizzazione nel suo insieme (che riproduce sostanzialmente quella delle pirosseniti) è comprovata anche dalla scarsità dei solfuri nelle rocce già a poche decine di metri sia a N che a S dell'imbocco della galleria.

La paragenesi metallica nella mineralizzazione massiccia del cantiere 'Cascata' è data in ordine di abbondanza da pirrotina, pentlandite e calcopirite; fra i costituenti minori vi sono grafite e mackinawite; gli ossidi sono rappresentati da ilmenite, magnetite (anche in parte secondaria) e idrossidi di ferro d'alterazione. Nelle mineralizzazioni di tipo disseminato agli altri solfuri si associa anche la pirite, che nella maggior parte dei casi appare di origine secondaria (legata alla trasformazione della pirrotina).

La pentlandite si può trovare più o meno alterata in bravoite-violarite mentre la pirrotina può essere sostituita da miscela a contenuto variabile in pirite e marcasite.

Oltre a Ni e Cu queste mineralizzazioni contengono in quantità subordinata Co e, in tracce, Pd, Pt e altri elementi del gruppo del platino con modalità di distribuzione non definite.

La presenza di minerali 'estranei' come grafite e molibdenite, sia pure scarse, nell'ambito della paragenesi metallica, può essere giustificata da un'eventuale parziale assimilazione di paraderivati da parte del magma basico, ipotesi avvalorata dall'esistenza di numerosi setti di metapeliti intercalati ai gabbri e localmente alle pirosseniti nell'area interessata dalla mineralizzazione.

Anche se parte delle strutture di impregnazione dei silicati da parte dei solfuri possono essere riferite a fasi iniziali della consolidazione magmatica, una serie di fenomeni di deformazione-cataclasi ha interessato le rocce mineralizzate, determinando una parziale rimobilizzazione dei solfuri.

Nella fascia Gula-Corno di Gula si osserva una serie di alternanze cicliche di bande e lenti pirossenitiche di potenza variabile (da pochi decimetri a qualche decina di metri) con noriti, gabbri, anortositi a granato o minori intercalazioni di stronaliti e/o charnockiti.

Le pirosseniti (più raramente le noriti o i gabbri) presentano una disseminazione minuta di solfuri più o meno abbondante ma uniformemente distribuita lungo tutta la fascia.

Nell'ambito di questo gruppo rientrano anche le pirosseniti affioranti in corrispondenza del livello inferiore del cantiere 'Mole' (si veda poco sotto).

La mineralizzazione che interessa queste rocce si differenzia da quella delle pirosseniti della zona 'Cascata' soprattutto dal punto di vista quantitativo. La paragenesi è sostanzialmente la stessa: pirrotina, pentlandite, calcopirite; la grafite sostituisce la molibdenite come elemento 'estraneo'. Gli ossidi appaiono più abbondanti data anche la scarsità dei solfuri, tra i quali è presente in qualche caso anche la pirite.

a2) Mineralizzazioni nelle anortositi a granato

Le rocce incassanti

Le gallerie del cantiere 'Mole' o 'Baracche' sono situate lungo una valletta profondamente incisa che, in corrispondenza di una serie di dislocazioni locali, taglia in direzione ENE-WSW le ripide

pareti che formano la sponda occidentale del torrente Landwasser, circa 200 m a N della frazione Gula; i vari imbocchi sono collegati da una scaletta di cemento.

Procedendo dalla galleria di ribasso al I livello ('Forgia', q. 855 m, situata pochi metri sopra il letto del torrente) verso quella del IV livello ('S. Giuseppe', q. 908 m) che dista dalla prima circa 100 m in direzione SW, la successione dei litotipi in affioramento è data da pirosseniti, noriti, gabbri a granato, gabbro-noriti e gabbri, stronaliti e gneiss quarzoso albitici, scisti quarzoso carbonatici e scisti cloritico-carbonatici, miloniti nere grafitose, anortositi a granato.

Le pirosseniti formano una lente massiccia estesa per circa 20 m in lunghezza (N-S) con una potenza di 25-30 m, dal livello del fiume a quota 860-865 m. La galleria del primo livello è situata al bordo settentrionale della lente pirossenitica, qui in contatto per faglia con gabbri a granato lungo un piano immergente N45°W.

Le noriti formano una serie di alternanze con bande pirossenitiche per 8-10 m circa; presentano un banding evidente, subverticale, con direzione N10°E.

I gabbri a granato, massicci, formano una sequenza apparentemente continua verso N a partire dal II livello ('S. Giulio', quota 867 m), per circa 15 m in altezza.

Segue una serie di alternanze tra gabbri a granato, gabbro-noriti e gabbri, con intercalate bande di stronaliti accompagnate da un orizzonte scistoso-laminato a tessitura gneissica probabilmente derivato dalla laminazione di quelle, in corrispondenza dei quali si apre la galleria del III livello ('S. Giovanni', q. 883 m, cui si accede per mezzo di una passerella in ferro).

Nella sequenza di rocce fin qui descritta è inserito in discordanza il corpo filoniforme quarzoso-carbonatico a solfuri auriferi che sarà descritto nel capitolo seguente.

A partire dalla galleria del IV livello ('S. Giuseppe', q. 908 m), con due imbocchi orientati a SW e N, compaiono anortositi a granato massicce, con banding marcato subverticale (direzione N10°E); queste rocce formano un orizzonte di potenza variabile tra 100 e 150 m con intercalate sottili fasce di noriti e gabbri.

Procedendo verso W queste rocce appaiono interessate da numerosi altri piani di discontinuità subverticali, con direzione attorno a N, concordanti con l'assetto strutturale delle rocce stesse.

Varie dislocazioni interessano anche gli altri litotipi affioranti nella zona della miniera, da subverticali dirette sia N che E, a mediamente inclinate immergenti NW, NNW (queste ultime impostate in corrispondenza del corpo quarzoso-carbonatico)².

Le anortositi a granato formano una fascia notevolmente continua, con caratteri litologici e strutturali pressoché costanti, sia verso N che verso S, in associazione con noriti, gabbri a granato, stronaliti e lembi di ultramafiti; affioramenti di più limitata estensione, dislocati da una serie di faglie, compaiono anche a NE lungo il corso dell'Enderwasser.

Le mineralizzazioni

Le pirosseniti affioranti alla base della miniera e in minor misura i gabbri dei livelli intermedi, presentano una disseminazione di solfuri non molto abbondante, che rientra nell'ambito di quella descritta in precedenza.

² Al cantiere Mole risulta esservi anche un livello intermedio ('ing. Testa') a q. 902, collegato al II livello da una discenderia.

Altre due gallerie ('del Bronzino' a q. 868 m e 'S. Maria' a q. 903 m) furono aperte di fronte al cantiere Mole sulla sinistra del Landwasser sopra il piano stradale della carrozzabile per Rimella.

Inoltre si ritrovano più a N lungo il Landwasser altre due aree minerarie:

- Il cantiere 'S. Emilio' (galleria omonima) a q. 862 m, circa 400 m a monte del cantiere Mole
- Il cantiere Cascina del Reale (galleria 'S. Barbara') a q. 900 m, circa 1 km a N di Mole, lungo un torrentello che scende nel Landwasser.

Tutti gli scavi che si trovano a N della frazione Gula, appartenenti a un unico campo minerario le cui gallerie si estendono in profondità su uno sviluppo complessivo di oltre 1,2 km, facevano parte del permesso 'Mole e Pinsone', in seguito diventato semplicemente 'Gula', sede di intensa attività esplorativa ed estrattiva, a partire dall'età del Novecento, prima unicamente per oro e, dopo il primo conflitto mondiale, anche per il nichel.

Le mineralizzazioni a solfuri nelle anortositi a granato sono localizzate in corrispondenza di orizzonti grafitosi fortemente laminati e cataclasati, di potenza variabile da 30 cm a 1-2 m, lungo i quali come detto si impostano in concordanza numerosi piani di taglio.

Le gallerie dei tre livelli superiori del cantiere Mole seguono in direzione (N-S) per 20-30 m due di questi orizzonti che affiorano in superficie, il primo all'imbocco del IV livello, il secondo una decina di metri più a monte. Allo stesso modo, lungo un livello grafitoso nelle anortositi a granato è scavata la galleria di Cascina del Reale³.

La mineralizzazione si presenta in piccole vene di spessore variabile da pochi millimetri a qualche decina di centimetri e in spalmature lungo i piani di laminazione allineati lungo piani di discontinuità concordati con l'assetto delle rocce incassanti o come diffusa impregnazione lungo la rete di fratture e come impregnazione diffusa nella massa della grafite e dei silicati.

L'intensa cataclasi e l'abbondanza di grafite in corrispondenza degli orizzonti mineralizzati, conferisce agli stessi l'aspetto di bande più o meno foliate nettamente distinguibili dalla struttura generalmente massiccia delle anortositi a granato.

La paragenesi è data da pirrotina, calcopirite, pirite, molibdenite, mackinawite e grafite.

L'associazione dei minerali metallici è sostanzialmente costante nell'ambito di questi litotipi ed è data da pirrotina, grafite, calcopirite, pirite, molibdenite, pentlandite scarsa o assente. Tra gli ossidi, abbondanti rutilo e ilmenite. Le più significative variazioni si osservano nei diversi rapporti quantitativi tra i minerali passando dalle mineralizzazioni più povere a quelle più abbondanti.

La pentlandite compare di rado sotto l'aspetto di piccole inclusioni lamellari (fiamme). La pirite si trova per lo più allungata ai bordi delle plaghe di pirrotina. Rutilo e/o leucoxeno derivano da successive trasformazioni dell'ilmenite. L'alterazione tardiva della pirrotina in pirite e marcasite è variabile.

Un tipo di mineralizzazione meno abbondante in forma di piccole plaghe disseminate tra i silicati interessa buona parte delle anortositi a granato affioranti nella zona nordoccidentale: qui la grafite è generalmente più scarsa e in zone marginali delle bande anortositiche, a contatto con gabbri o pirosseniti pure mineralizzati, compare talvolta anche la pentlandite.

I solfuri, sia in plaghe sfrangiate che in vene, riempiono gli spazi e le fratture tra i silicati e inglobano pacchi di lamelle di molibdenite o grafite, cristalli di rutilo ed ilmenite più o meno deformati e fratturati.

Anortositi mineralizzate compaiono anche altrove sia nella fascia principale che lungo l'Enderwasser, ma in genere la mineralizzazione è molto meno abbondante in forma di disseminazione.

In queste rocce poste ad occidente della fascia ultrabasica lungo un orizzonte a direzione N-S, la mineralizzazione è in parte a carattere massiccio e in parte disseminato. L'associazione metallica è data da abbondanti ossidi e solfuri, ai quali è sempre associata abbondante grafite. I minerali principali sono rappresentati da pirrotina e ilmenite, a cui si associano tra i solfuri calcopirite, pirite, molibdenite, blenda e pentlandite; tra gli ossidi, leucoxeno e/o rutilo, magnetite, ematite, idrossidi di ferro.

I caratteri distributivi e tessiturali sembrano testimoniare più fasi di rimobilizzazione dei solfuri.

Tuttavia anche in questo caso si può ipotizzare, soprattutto in base alla geometria degli orizzonti mineralizzati e alla associazione litologica, una genesi primaria legata alla messa in posto del corpo basico stratificato: i corpi mineralizzati avrebbero formato lenti appiattite o diffuse disseminazioni di solfuri con grafite abbondante, concordanti con l'assetto della roccia incassante. Successivamente numerose discontinuità si sarebbero impostate in corrispondenza dei corpi mineralizzati, che per la presenza di grafite avrebbero costituito fasce di particolare debolezza, producendo una diffusa cataclasi della roccia incassante o rimobilizzando e riconcentrando i solfuri.

Anche in questo tipo di mineralizzazione, e con maggior evidenza che in quella legata alle pirosseniti, la presenza di grafite e molibdenite può essere attribuita a processi di contaminazione

³Si veda alla nota precedente.

del fuso silicatico; la scarsità o l'assenza di pentlandite può essere invece attribuita ad una distribuzione differenziata dei solfuri in rapporto alla composizione della roccia incassante.

Da segnalare infine anche la presenza di mineralizzazioni a Fe-Ti che interessano le rocce noritiche e gabbroidi intercalate in concordanza, in fasce allungate di spessore variabile (qualche decina di metri per lo più), con le anortositi granatifere nell'area di Gula.

La mineralizzazione più abbondante compare in rocce noritiche a grana pegmatitica che formano una serie di alternanze di pochi metri di spessore con le anortositi a granato a W del IV livello di Mole, tra le quote 1040 e 1070 m: queste rocce appaiono intensamente fratturate, quasi brecciate con numerose fratture riempite da ilmenite e magnetite in vene e noduli.

La paragenesi, più o meno complessa, è generalmente data da ilmenite, magnetite, spinello con subordinati solfuri (pirrotina, calcopirite, pirite).

b) Mineralizzazioni a Fe-Cu-Au associate alla Linea del Canavese l.s.

Le rocce incassanti

Queste mineralizzazioni, che costituiscono un gruppo assai numeroso e dalle caratteristiche complesse, compaiono in una ristretta fascia tra Mastallone, Lanwässer ed Enderwasser al limite tra Zona Ivrea-Verbanese e Scisti di Rimella e Fobello, entro corpi quarzoso-carbonatici a carattere filoniano distribuiti lungo i sistemi di dislocazioni prevalentemente subverticali (o debolmente inclinati a W o NW) della Linea del Canavese, secondo un'orientazione prevalente NNE-SSW o N-S nel tratto Cervatto-Rimella (manifestazioni di Gulotto, Mole a Gula, Bocone-S.Marco), che ruota a WSW-ENE lungo l'Enderwasser (Polveriera e S. Gottardo).

Essi sono compresi sia entro rocce appartenenti al Complesso Basico (ultramafiti, gabbri con o senza granato, noriti, anortositi a granato) sia entro litotipi della Serie kinzigitica costituenti la fascia immediatamente a W e N di esso (kingiziti, stromboliti, anfiboliti e calcfels).

Carattere peculiare delle rocce incassanti è di presentare, in prossimità dei corpi mineralizzati, su uno spessore variabile, ma che generalmente non supera i 2-3 m, evidenti fenomeni di alterazione e trasformazione con caratteristiche diverse in relazione al litotipo interessato: si ha prevalente carbonatazione e in subordine sericitizzazione, cloritizzazione ed epidotizzazione, abbondante anche la produzione di rutile.

Le rocce in generale mostrano in questi casi un passaggio graduale verso facies untuose al tatto, di colore grigiastro o grigio più o meno scuro, a grana fine, più o meno scistose o laminate, con piani di discontinuità evidenziati dalla disposizione di livelli a carbonati alternati a lenti o letti sericitici e/o cloritici nei quali emergono noduli o plaghe, spesso appiattite e stirate di quarzo e degli stessi carbonati. La tessitura di queste facies trasformate appare essere orientata, più o meno cataclastica, in cui i minerali appaiono da deformati a fratturati con talora ricristallizzazione della componente carbonatica.

Nell'insieme tali trasformazioni, per la loro stretta connessione, anche per quanto riguarda i costituenti mineralogici principali, con i corpi quarzoso-carbonatici e per il fatto di essere interessate, analogamente a questi ultimi, da una disseminazione di solfuri più o meno abbondante, possono essere ragionevolmente attribuite ai complessi fenomeni che si sviluppano nelle rocce incassanti le manifestazioni aurifere ('wall-rock alteration').

Tipologia dei corpi filoniani

La tipologia dei corpi mineralizzati è piuttosto complessa, ma può essere ricondotta a due principali:

- stockwork costituiti da una rete più o meno fitta di letti e nastri concordanti o venette e filoncelli discordanti rispetto alla scistosità delle litofacies incassanti, con potenza da centimetrica a decimetrica; essi localmente, anastomizzandosi tra loro, possono dare luogo ad ingrossamenti

filoniformi con spessore fino al mezzo metro, caratterizzati da un assetto concordante all'andamento delle dislocazioni subverticali lungo le quali sono inseriti.

- veri e propri corpi filoniani, prevalentemente quarzosi, caratterizzati da uno sviluppo in direzione ed in profondità di parecchie decine di metri con potenza che può arrivare fino a 1,5-2 m. Essi presentano tuttavia una geometria piuttosto irregolare; frequenti sono infatti aumenti o diminuzioni di spessore soprattutto a causa di ramificazioni e sfrangiamenti ed intreccio con grossi inclusi e brandelli di roccia scistosa incassante. In quest'ultimo caso il corpo filoniano sfuma in un reticolo di venette e filoncelli o piccole masse filoniformi (analogamente a quanto visto prima) che tuttavia conservano nell'insieme a direzione del corpo principale; quest'ultimo tuttavia, dove il numero degli inclusi torna a diminuire, può riprendere un assetto e una geometria più regolari e continui.

Tra i corpi mineralizzati che compaiono in questo settore solo quelli di Mole e di Bocone presentano queste caratteristiche propriamente filoniane, mentre tutti gli altri vanno riuniti nel primo gruppo.

In generale, indipendentemente dalle loro caratteristiche tipologiche, i corpi mineralizzati presentano per quanto riguarda i costituenti non metallici una composizione sostanzialmente uniforme, con netta prevalenza del quarzo accompagnato in subordine da carbonati e minori quantità di altri minerali quali sericite, epidoto e rutilo.

Il quarzo compare con caratteri tessiturali e cromatici diversi:

- tessitura massiccia e compatta, omogenea, con frattura scheggiata irregolare: il colore è generalmente biancastro ('quarzo latteo') o citrino che localmente, e in porzioni limitate, può assumere un aspetto vitreo o porcellanaceo a tendenza ialina.

A livello macroscopico non presenta evidenti strutture, salvo in alcuni casi soprattutto alle salbande di filoni, filoncelli e venette, alternanze listate centimetriche con i carbonati. Frequenti sono cavità e geodi di varia forma, con dimensioni fino a 2 cm, tappezzate di cristalli millimetrici, limpidi, ad abito perfettamente idiomorfo.

Il quarzo con questa tessitura costituisce la massa principale di venette, filoncelli e piccoli corpi filoniformi, mentre nei corpi filoniani di Mole e Bocone, dove essi sono caratterizzati da assetto e geometria regolari, si localizza preferenzialmente nelle parti centrali degli stessi.

- Tessitura listata data dall'alternanza di bande centimetriche di quarzo grigio o brunastro, talora di aspetto terroso e cariato (quarzo saccaroide), con livelli più sottili e compatti di quarzo latteo.

Il quarzo con tale tessitura si localizza presso le salbande dei filoni di Mole e Bocone dove forma lenti discontinue allineate secondo lo sviluppo in direzione del corpo mineralizzato, spesso intrecciate fittamente con brandelli di roccia incassante e noduli carbonatici.

I carbonati appaiono sempre in quantità subordinate rispetto al quarzo. I due minerali mostrano un rapporto di intima compenetrazione, che in molti casi evidenzia la loro diversa forza di cristallizzazione (granuli carbonatici intrappolati tra individui di quarzo); non mancano peraltro anche casi in cui il quarzo sembra sostituirli con strutture a tenaglia.

Essi comunque formano più spesso bande, noduli, lenticelle sottili e irregolari che si localizzano di preferenza nelle parti prossime alle salbande tanto dei corpi di maggiori dimensioni quanto, e con maggior evidenza, nelle venette e filoncelli, lasciando al quarzo le parti centrali degli stessi. Frequenti sono anche tessiture 'brecciate' con il quarzo che ingloba noduli carbonatici, oltre che, spesso, brandelli di roccia incassante.

Accanto a prevalente calcite si osservano in molti casi, già a livello macroscopico, aggregati giallastri o brunicci di carbonati ferriferi, con prevalente ankerite e subordinata siderite.

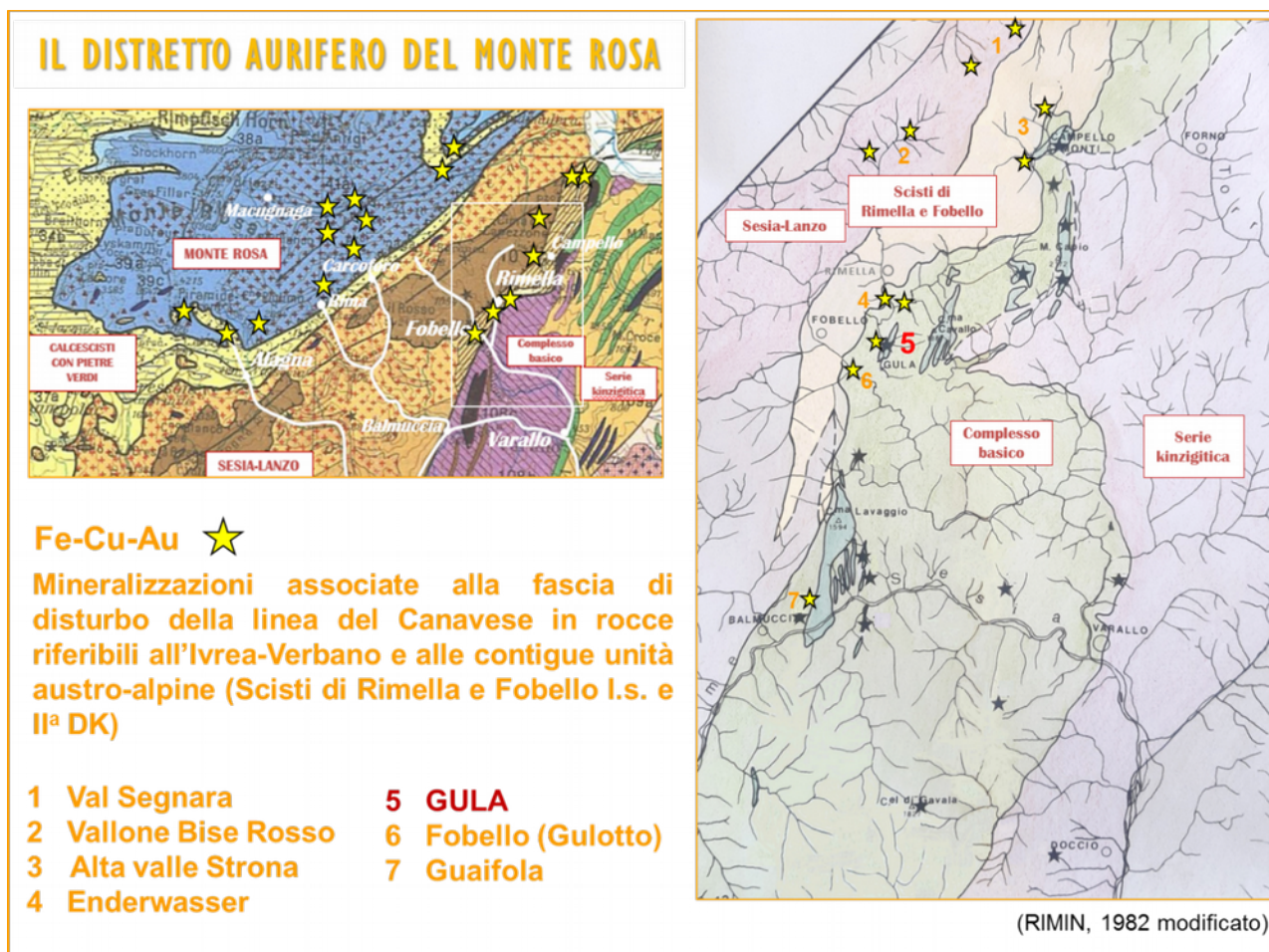


Fig. 2 – I giacimenti filoniani auriferi distribuiti tra Valsesia e Valdossola al limite tra Zona Sesia-Lanzo e Zona Ivrea-Verbano ('Giacimenti della Zona del Canavese', auct.)

Il corpo filoniano di Mole

La sequenza rocciosa descritta in precedenza è tagliata in netta discordanza, lungo l'incisione della valletta, da un orizzonte di litotipi scistoso/laminati quarzoso-carbonatici e cloritico-carbonatici che presenta una potenza in affioramento variabile tra 1 e 5-6 m.

Esso è visibile, con direzione N35°E ed inclinazione dei piani di scistosità di 45° verso NW, a partire da q. 865, poco sotto all'imbocco del I livello, dove esso è a contatto diretto con gabbri a granato, fino a quota 908, presso l'imbocco del III livello dove appare dislocato verso S e raddrizzato (inclinazione di 75°) da una discontinuità N-S sottolineata dalla presenza di un orizzonte milonitico nerastro, assai ricco in grafite (esso infatti interessa il livello mineralizzato nelle anortositi a granato).

Per le sue particolari caratteristiche di giacitura, il 'pacco' di litotipi scistoso-laminati è stato incontrato dai lavori in sotterraneo sia nella galleria di ribasso (q. 855 m), circa 7-8 m dall'imbocco, sia al I livello (q. 867 m), dopo 10-12 m di avanzamento; in questi punti esso presenta una potenza di circa 5-6 m e giacitura con valori concordi a quelli riscontrati in affioramento (direzione N35°E ed inclinazione a NNW, variabile tra 35° e 45°).

Lungo l'intaglio della valletta questo orizzonte presenta solo qualche venetta e filoncello quarzoso-carbonatici di pochi centimetri in corrispondenza dei quali soprattutto all'altezza del III livello (q. 885 m) furono eseguiti modesti lavori in trincea. All'interno della galleria di ribasso ed al I livello è invece visibile un potente corpo filoniano le cui caratteristiche tuttavia, per lo scarso grado di sicurezza e praticabilità dei lavori in sotterraneo, sono stati seguiti solo per alcune decine di metri

(dai piani di miniera e dai documenti risulta però che esso fu esplorato nei due livelli su una superficie di almeno 150 m in direzione per 40 m in verticale.

Al ribasso il corpo filoniano appare costituito da due rami principali potenti mediamente 1 m circa ciascuno, separati da un diaframma scistoso di circa 2,5-3 m di spessore; essi presentano ugual direzione (N70°E) ed immersione (NW) con la roccia incassante ma con un'inclinazione maggiore rispetto a quest'ultima (70° contro 40°). Venette e filoncelli attraversano sia il diaframma intermedio sia le rocce adiacenti ai due rami filoniani principali.

A questo livello di scavo il corpo mineralizzato è stato seguito per circa 35 m in direzione con una galleria (tuttora praticabile) che si diparte verso SW; esso inizialmente mantiene le stesse caratteristiche geometriche ma dopo qualche metro si sfrangia e ramifica in un fitto intreccio di venette e filoncelli discordanti o lenti e livelli concordanti con i piani di scistosità della roccia incassante, di spessore compreso tra 10 e 40 cm.

All'interno del II livello (spostato rispetto a quello di ribasso di una ventina di metri verso SW) è visibile invece un unico filone, potente circa 2 m, con inclinazione che appare molto prossima a quella dei piani di scistosità (50° contro 40°).

Esso è stato seguito in direzione con due gallerie che si staccano alla destra e alla sinistra di quella principale: in quella di destra, che si sviluppa verso NE (parallelamente quindi a quella in direzione nel sottostante ribasso), il filone appare gradualmente sfrangiarsi per aumento progressivo degli inclusi scistosi riducendosi ad un insieme di venette, filoncelli e piccoli ingrossamenti filoniformi a giacitura concorde con quella del corpo principale; nella galleria di sinistra, diretta a SW, esso subisce una netta strozzatura riducendosi a 1 m di potenza e prosegue con caratteristiche analoghe per una trentina di metri. Venette e filoncelli si dipartono localmente dalla massa principale insinuandosi nella roccia scistosa e talora anche nelle rocce adiacenti non trasformate.

Non è possibile verificare oltre in queste due gallerie la continuità del corpo filoniano per la presenza di pozzi verticali riempiti di acqua.

Il corpo filoniano di Bocone

Circa 100 m a monte della Madonna del Rumore, sulla destra del Landwasser, è visibile anche dalla carrozzabile per Rimella un ripido canalone impostato lungo una dislocazione orientata NE-SW ed immergente a NW con inclinazione di circa 70°. Questa mette a contatto gabbri assai ricchi in granato (con granati che possono raggiungere i 2 cm di diametro), nei quali è riscontrabile un banding diretto N10°E subverticale, con litotipi stronalitici appartenenti alla fascia esterna sella Serie kinzigitica: sia i gabbri, affioranti sulla sinistra del canalone, che le stronaliti, sulla destra dello stesso, appaiono assai tettonizzati fino a milonitizzati.

In corrispondenza di questo piano di faglia si sviluppano rocce scistoso-laminate a composizione carbonatico-sericitica o carbonatico-quarzoso-cloritica, per uno spessore di 4-5 m, che fanno transizione graduale alle litofacies adiacenti; lungo il canalone è possibile seguirle in affioramento dal greto del Landwasser (q. 933 m) fino alla quota di 1055 m.

Questo orizzonte scistoso è attraversato da un corpo filoniano ad andamento concordante con lo sviluppo longitudinale della dislocazione; esso a tetto segue il marcato contatto tettonico con le stronaliti, mentre al letto mostra una delimitazione più irregolare spesso con vene e filoncelli che si dipartono dalla massa principale attraversando la roccia scistosa.

Nel tratto in cui il corpo filoniano presenta una potenza di 1,2 m circa (q. 940 m), si apre una galleria che ne segue lo sviluppo in direzione, presso la quale esiste il rudere di un fabbricato; in affioramento, risalendo lungo il greto del torrente che scende nel canalone, esso appare invece diminuire progressivamente di spessore fino a ridursi ad un allineamento discontinuo di lenti allungate che, alla q. 965 m, lasciano il posto ad un intreccio, talora molto fitto, di venette e filoncelli; salendo ulteriormente, questi ultimi appaiono sempre più diradarsi fino a sparire del tutto in certi tratti e ricomparire saltuariamente assai distanziati tra loro.

Tuttavia alle quote di 967 e 985 m sono presenti altri due imbocchi di gallerie che, partendo dai gabbri a granato laminati sulla sinistra del canalone, dopo un primo tratto in curva penetrano nell'orizzonte di rocce scistose seguendole in direzione.

L'esplorazione in sotterraneo ha evidenziato che nella galleria di q. 940 m il corpo filoniano mantiene una certa geometria e regolarità essendo sempre ben delimitato a tetto dal piano di faglia e sfrangiandosi talora a letto in venette e filoncelli; nel punto in cui essi appaiono più fitti si apre una traversa che ne segue lo sviluppo per alcuni metri fino ad arrivare a gabbri a granato poco trasformati e completamente sterili. Il corpo filoniano a questo livello si estende in direzione per una cinquantina di metri con frequenti variazioni di spessore (da 1,2 m a 50 cm) fino a sfrangiarsi rapidamente nell'ultimo tratto di galleria (circa 10 m), lasciando il posto a rocce scistose non mineralizzate.

Nella galleria a q. 967 m tutto l'orizzonte di rocce scistose è attraversato da un reticolo fittissimo di venette e filoncelli o piccoli corpi filoniformi (potenti mediamente 30-40 cm) a direzione concordante con quella osservata nel corpo filoniano al livello sottostante (direzione NE-SW pendenza di circa 70° a NW) che tuttavia dopo un tratto di circa 20 m sparisce del tutto.

Infine al livello di scavo di q. 935 m i lavori avanzarono solo per una trentina di metri in rocce scistose con rari filoncelli quarzoso-carbonatici.

Lo sviluppo complessivo in sotterraneo di questi lavori è valutabile in circa 250 m.

Un'altra breve galleria si trova a q. 935, circa 100 m a monte di Bocone, di fronte alle prime case di Grondo (località Resiga-S. Marco). Qui affiorano anfiboliti cataclasate dell'orizzonte esterno della Serie kinzigitica, che mostrano un passaggio graduale a scisti carbonatico-silicatici a zone estremamente arricchiti in epidoto; questi litotipi trasformati sono attraversati da un rado reticolo di venette e filoncelli quarzoso-carbonatici che si insinuano anche entro le fratture delle anfiboliti adiacenti. Questo affioramento si trova a non più di qualche metro dalla fascia di passaggio a litotipi riferibili agli Scisti di Rimella e Fobello.

Anche lungo l'Enderwasser si trovano alcuni corpi mineralizzati a circa 200-250 m ad E della Madonna del Rumore, in un tratto tettonicamente molto tormentato con dislocazioni subverticali a direzione E-W o ENE-WSW intersecate da altre pressoché ortogonali ed immergenti ora a NW ora a SE. La successione del Complesso basico risulta pertanto scompaginata: sono a contatto, entro gabbri prevalentemente granatiferi, grossi blocchi (20-50 m) di anortositi a granato con scaglie e lembi decametrici di calcfels a inclusi pirossenici e setti di paraderivati (stronaliti) della Serie kinzigitica.

Lungo tali disturbi tettonici si sviluppano litotipi scistoso-laminati carbonatico-silicatici attraversanti da filoncelli, venette e piccoli corpi filoniformi; tra questi ultimi il maggiore presenta direzione E-W con giacitura subverticale, concordemente alla dislocazione lungo la quale si è impostato e una potenza intorno a 40-50 cm; esso affiora su entrambe le sponde dell'Enderwasser (filone 'Polveriera'⁴, q. 950 m).

Il corpo minerario denominato filone 'S. Gottardo' (q. 1015 m) si trova sotto la frazione Sella di Rimella, lungo il sentiero che risale la valle dell'Enderwasser, in corrispondenza di una dislocazione immergente a NNE con inclinazione di 65°, che mette a contatto gabbri granatiferi con anortositi pure a granato. Lungo tale contatto si sviluppa un orizzonte scistoso attraversato da venette e filoncelli e da un piccolo corpo filoniano (30-40 cm) con assetto concordante al piano di faglia. Tracce di scavi sono visibili in piccole trincee e in due assaggi di pochi metri che esplorano l'orizzonte scistoso laminato secondo l'immersione.

Questi lavori, insieme a quelli di Bocone, facevano parte del permesso di ricerca per oro denominato 'Bocone-S. Gottardo' e successivamente 'S. Marco'.

Da ricordare infine gli affioramenti mineralizzati rappresentati da due orizzonti di rocce carbonatico-silicatiche attraversate da venette, filoncelli e piccoli corpi filoniformi quarzoso-carbonatici che compaiono su entrambe le sponde del Mastallone circa 30 m a valle del ponte (q.

⁴ Così denominata per l'esistenza di un deposito di polvere da mina.

839 m) all'inizio della mulattiera che sale a Cervatto dalla carrozzabile per Fobello, poco prima della frazione Cadalmeina.

Essi sono sviluppati lungo dislocazioni subverticali orientate SW-NE a poca distanza dal limite con gli Scisti di Rimella e Fobello (una ventina di metri), entro miloniti grigio-nere, massicce, a frattura scheggiata in cui sono riconoscibili con difficoltà anfiboliti e strolagiti della Serie Kinzigitica e gabbri del Complesso basico.

Brevi assaggi esplorativi vennero scavati su queste mineralizzazioni, 3 in sponda sinistra e 4 in sponda destra.

In corrispondenza delle stesse dislocazioni altri minori affioramenti mineralizzati si hanno anche lungo il corso del torrente Cervo, sotto l'abitato di Cervatto (orrido del Gulotto).

Le mineralizzazioni

I solfuri si distribuiscono disomogeneamente nei corpi quarzoso-carbonatici sotto forma di disseminazioni e/o concentrazioni in mosche, lenticelle o masse nodulari; la loro distribuzione tuttavia mostra spesso di essere legata sia a particolari zone o morfologie dei corpi mineralizzati (salbande, restringimenti, intersezioni di venette e filoncelli, inclusi di roccia incassante) sia al tipo di quarzo (preferenzialmente quello scuro e listato) sia infine alla presenza di aggregati carbonatici. Una disseminazione in genere scarsa di solfuri interessa anche le rocce incassanti trasformate in vicinanza dei corpi quarzosi-carbonatici.

La paragenesi più comune è data da pirite, calcopirite, pirrotina, blenda (marmatite), galena, oro e mackinawite.

La pirite, quasi sempre nettamente prevalente sugli altri solfuri, compare in grossi peciloblasti che inglobano, oltre agli altri minerali metallici, anche quarzo e carbonati ed in piccoli idioblasti sparsi nella massa scistosa delle rocce trasformate incassanti.

Calcopirite, pirrotina, blenda e galena ricorrono, in quantità variabili, raramente isolate nella ganga e più spesso in plaghe allotriomorfe interstiziali rispetto alla pirite (oltre che incluse in essa): calcopirite e blenda sono spesso intimamente associate tra loro in rapporto a fenomeni di smiscelamento.

L'oro si trova quasi esclusivamente all'interno della pirite (raramente nella calcopirite) in granuli e laminette spesso lungo le microfratture entro i grossi peciloblasti o in sciame di goccioline entro i piccoli idioblasti; la presenza della galena nella pirite è frequentemente connessa a quella dell'oro.

Compaiono poi altri solfuri quali cobaltite (Mole e Bocone), tetraedrite (Gulotto), calcopirrotina (Mole e Bocone), molibdenite (Mole, S. Emilio, Cascina del Reale).

Tra gli ossidi è molto abbondante il rutilo, sempre presente, e si hanno anche magnetite ed ilmenite (Bocone e S. Marco); comune anche la grafite. Minerali di alterazione dei solfuri sono idrossidi di ferro (goethite e lepidocrocite) e covellina; la pirrotina è spesso trasformata in pirite+marcasite.

In tutti i corpi mineralizzati, sia nei minerali metallici che in quelli di ganga sono evidenti fenomeni che possono essere attribuiti ad azioni tettoniche concomitanti con la loro messa in posto o immediatamente successive ad essa, a testimonianza di una storia complessa che non di rado rende difficoltoso identificare la sequenza temporale di formazione dei singoli minerali.

Per quanto riguarda i corpi minerari di Mole e Bocone, la pirite si localizza preferenzialmente alle salbande, dove il quarzo frequentemente presenta tessitura zonata o è fittamente intrecciato con la roccia scistosa incassante; più raramente compare nelle parti centrali costituite da quarzo latteo a tessitura compatta.

Essa è presente in minute disseminazioni di individui spesso idiomorfi, di varie dimensioni isolati o in aggregati da millimetrici a centimetrici (lenticelle e mosche), sovente in allineamento tra loro parallelamente allo sviluppo del corpo filoniano. Concentrazioni locali si osservano in corrispondenza di noduli e plaghe carbonatiche oppure in inclusi e brandelli di roccia scistosa; questi ultimi non di rado mostrano di esserne completamente impregnati. Inoltre, soprattutto dove i corpi filoniani presentano diminuzione di potenza, la pirite può costituire masse nodulari fino a 20-

30 cm, nelle quali si possono riconoscere ad occhio nudo anche plaghette ameboidi di calcopirite o pirrotina ed individui brunicci con riflessi rossastri di blenda; in alcuni casi si osservano anche punteggiature minute di galena, che tuttavia si ritrova più spesso isolata nella massa quarzosa, talora accompagnata da blenda.

Frequenti nei corpi filoniani sono però tratti di alcuni metri in cui nel quarzo non si osservano macroscopicamente disseminazioni di solfuri.

Nelle parti dove i filoni perdono la loro continuità geometrica sfrangiandosi in un fitto intreccio di venette e filoncelli, la pirite mostra di concentrarsi preferenzialmente sia al bordo che nelle zone di intersezione degli stessi dove, solitamente, nel quarzo si hanno anche noduli o lenticelle di carbonati.

Queste ultime caratteristiche si notano comunemente nei piccoli corpi a stockwork, dove solo quando l'anastomizzarsi di venette e filoncelli si hanno morfologie filoniane, la pirite tende a concentrarsi lungo l'una o l'altra delle salbande in disseminazioni più regolari. In questi casi solo eccezionalmente ad occhio nudo si possono osservare, oltre alla pirite, anche blenda e galena e calcopirite.

Una disseminazione più o meno diffusa, mai però molto abbondante, interessa, come accennato, anche le rocce trasformate associate ai corpi quarzoso-carbonatici, dove la pirite si distribuisce in individui molto minuti lungo i piani di scistosità concentrandosi talora in piccoli aggregati intorno a lenticelle quarzose e noduli carbonatici.

Interessante è notare che la paragenesi riscontrata a Mole, dove compaiono discrete quantità di calcopirrotina e probabile pentlandite, sembra presentare carattere ibrido tra quelle proprie delle manifestazioni aurifere e quella a minerali di Fe-Cu-Ni legate al Complesso basico. Ciò potrebbe dimostrare una parziale rimobilizzazione di queste ultime durante la messa in posto del corpo filoniano.

In quest'ottica, minerali metallici 'estranei' alle paragenesi dei corpi filoniani auriferi potrebbero essere considerate anche molibdenite (Mole), magnetite e ilmenite (Bocone) e grafite (ubiquitaria).

Dalla distribuzione geologico-strutturale e dalla direzione prevalente dei corpi mineralizzati emerge chiaramente un legame spaziale di questo gruppo di manifestazioni con le deformazioni che in età tardo-alpina hanno interessato il limite sudalpino-austroalpino (Lineamento del Canavese) nel settore compreso tra Valsesia e Val d'Ossola (orizzonte di shear dei Rimella e Fobello, sistemi di dislocazioni/fratturazioni della Linea del Canavese s.s.).

Poiché le caratteristiche tipologiche dei corpi mineralizzati, i rapporti con le rocce incassanti ('wall-rock alteration') e con le strutture tettoniche sopra menzionate, i caratteri tessiturali, paragenetici e di rapporti reciproci dei minerali indicano chiaramente il carattere epigenetico della deposizione idrotermale, il processo metallogenico al quale è legata questa fenomenologia aurifera deve essere necessariamente inquadrato in una fase di declino dell'evoluzione tettonico-metamorfica alpina della regione, nella quale tuttavia le condizioni di P-T dovevano essere ancora relativamente attive.

Considerando il quadro geologico-strutturale e la successione degli eventi di età alpina che vengono comunemente accettati in letteratura per questo settore delle Alpi occidentali, è possibile intravedere una correlazione genetica di questo idrotermalismo con il duomo termico di origine profonda che viene indicato come responsabile del metamorfismo tipicamente post-tettonico ('Cristallizzazione lepontina') in facies anfibolitica nella contigua area Ossola-Ticino ed in facies scisti verdi nelle aree adiacenti a NW della Linea del Canavese. Tale duomo termico potrebbe essere considerato come sorgente dei fluidi e come meccanismo di attivazione dei circuiti idrotermali e di innesco dei processi di messa in soluzione, trasporto e deposizione dell'Au e dei metalli, nonché dei principali costituenti non metallici.

Geotecnica e Geomeccanica

Nelle gallerie del livello 1 è stato condotto un rilievo geologico-strutturale e geomeccanico di dettaglio con la finalità di definire la qualità dell'ammasso roccioso e prevedere quindi gli interventi di messa in sicurezza.

PROCEDURE

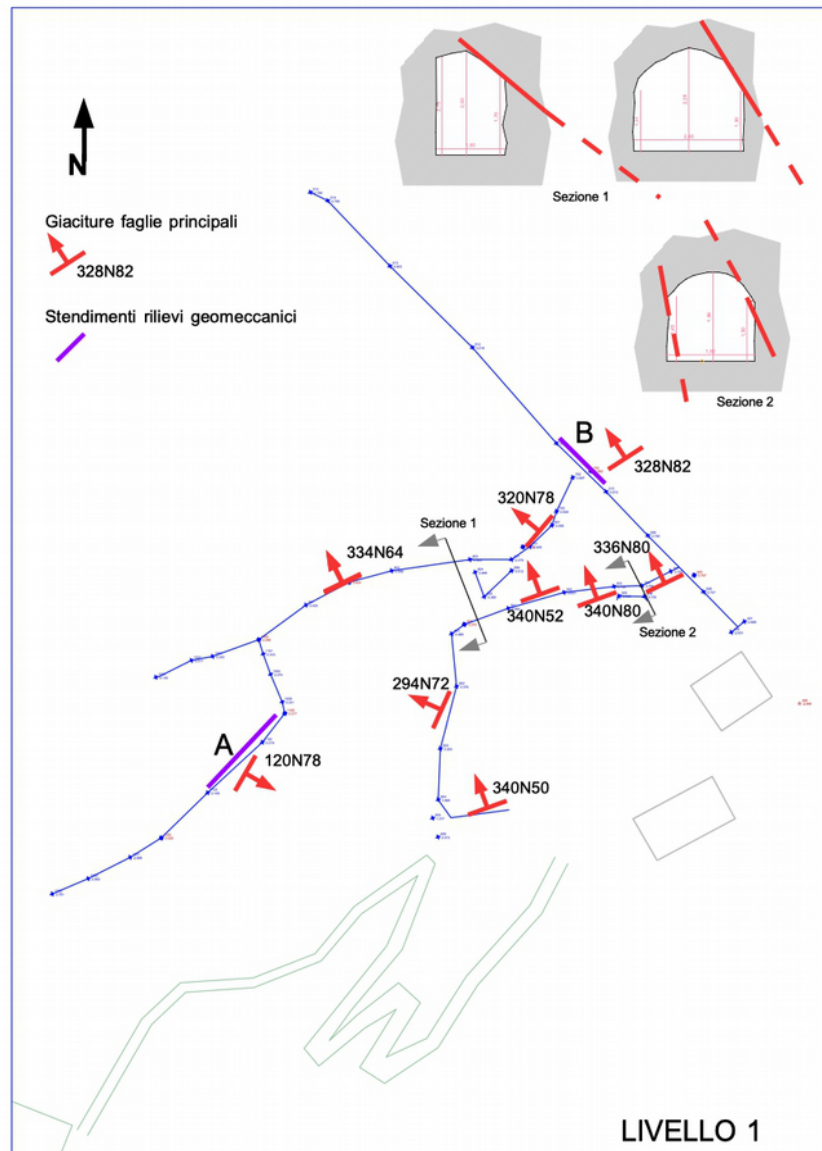
I punti di stazione in cui sono state effettuate le misure geomeccaniche sono 2, così suddivisi:

stazione GALLERIA A nel tratto più interno del livello, su un fronte di 11 m di lunghezza

stazione GALLERIA B in corrispondenza dell'incrocio della seconda diramazione, su un fronte di 4 metri di lunghezza

Le posizioni sono riportate sullo schema planimetrico seguente, su cui sono indicate anche le fratture principali con le relative giaciture.

Sono state individuate due sole stazioni di misura, considerate rappresentative delle varie situazioni strutturali e topografiche delle diverse gallerie, che hanno uno sviluppo prevalentemente in direzione NW-SE e W-E. Si tratta anche delle situazioni in cui il livello di fratturazione è maggiore, quindi rappresentativo di una situazione più cautelativa.



Per ogni punto di stazione si è proceduto come segue:

indicazione della litologia

indicazione dell'estensione dell'affioramento e suo orientamento

indicazione della giacitura della scistosità (dove identificabile)

indicazione delle giaciture delle discontinuità e loro suddivisione in sistemi

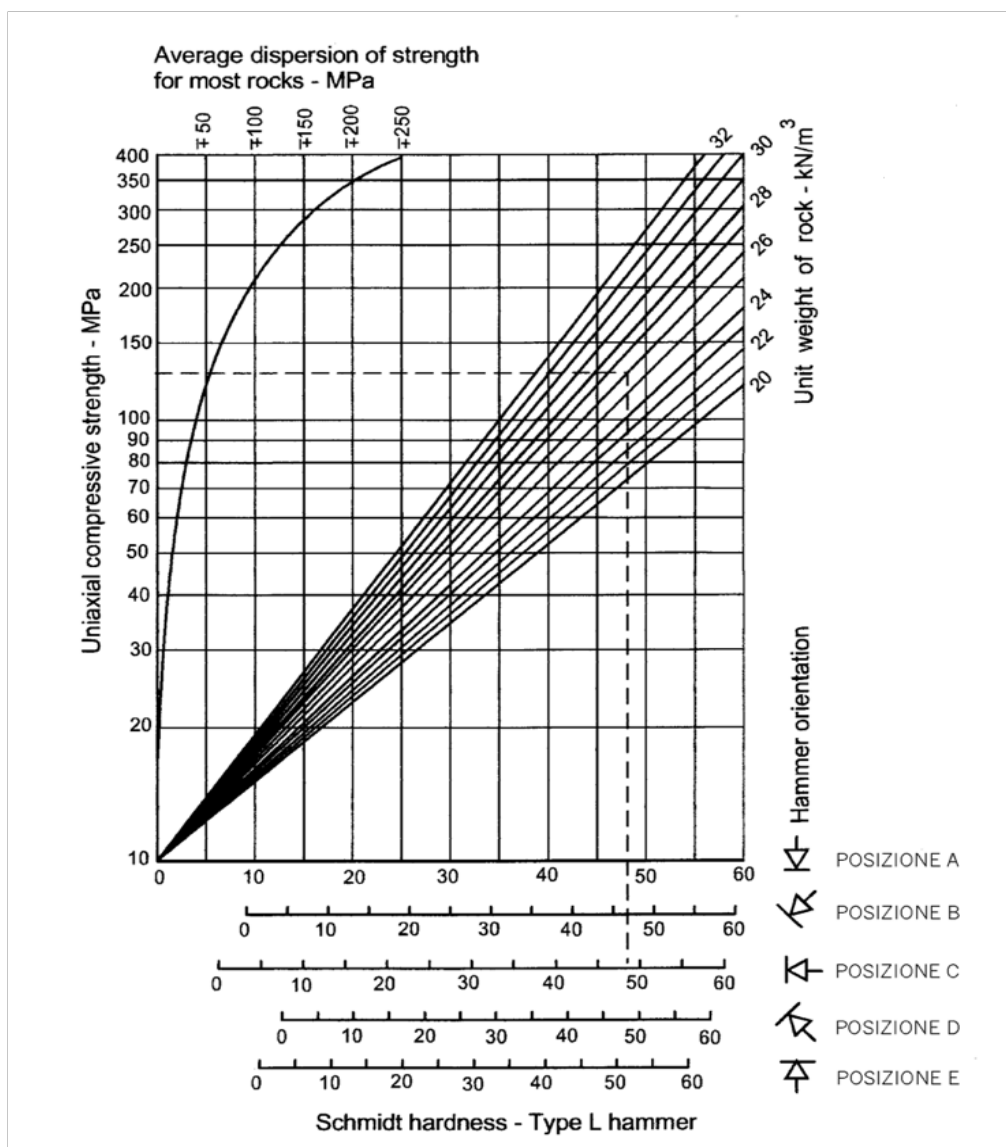
indicazione delle spaziature tra le discontinuità

indicazione sulla persistenza delle discontinuità

indicazione sulle aperture delle discontinuità

indicazione dei profili di rugosità e dei relativi indici JRC (valore mediato per stazione)

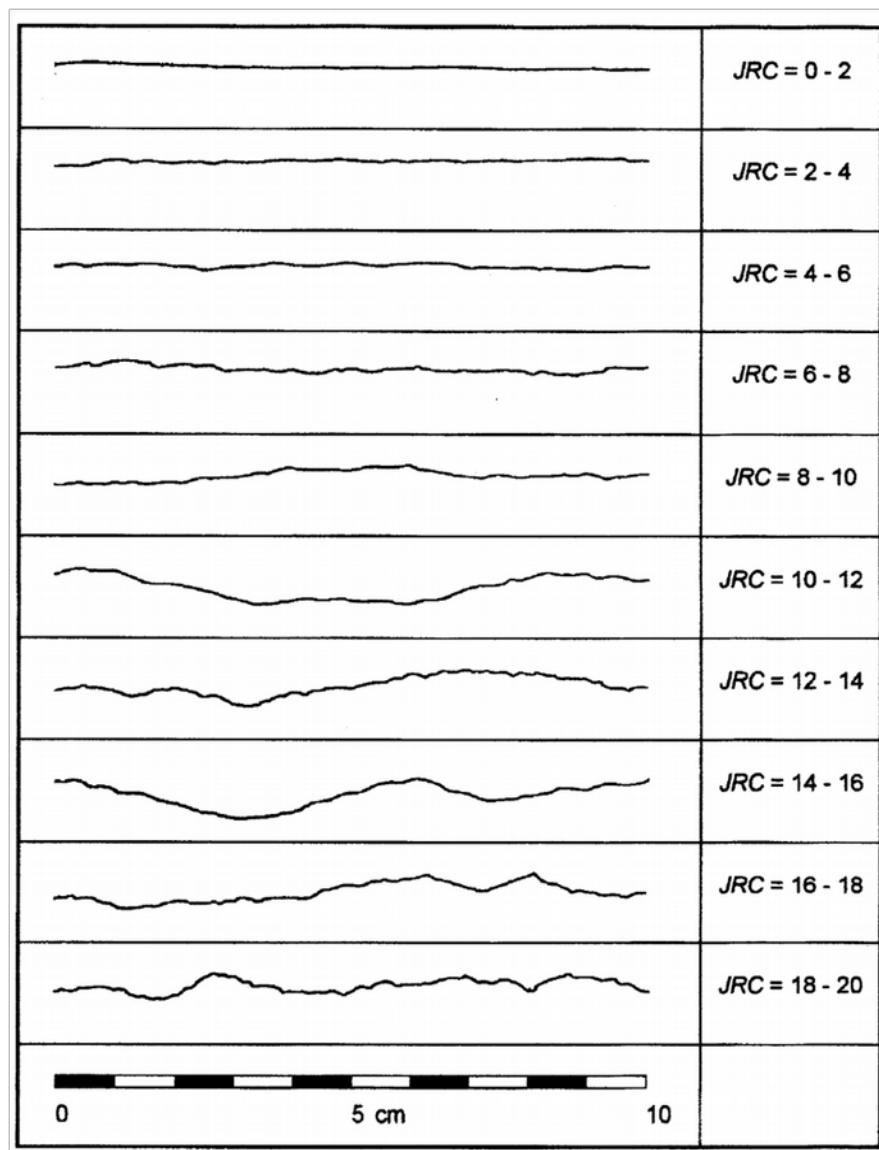
indicazione dei valori di resistenza a compressione monoassiale della roccia in base ai valori ottenuti in sito dal martello di Schmidt (valori di densità della roccia assunti da dati bibliografici); i valori sono stati correlati secondo lo schema nella figura seguente e corretti in base alla tabella successiva.



Correlazione tra valore del rimbalzo del martello di Schmidt e resistenza alla compressione

Tabella –Valori correttivi dell'impulso (r) misurato con il martello di Schmidt quando questo non è usato verticalmente verso il basso.

Impulso r	Verso il basso di 90° (pos. A)	Verso il basso di 45° (pos. B)	Orizzontale (pos. C)	Verso l'alto di 45° (pos. D)	Verso l'alto di 90° (pos. E)
10	0	-0,8	-3,2	----	----
20	0	-0,9	-3,4	-6,9	-8,8
30	0	-0,8	-3,1	-6,2	-7,8
40	0	-0,7	-2,7	-5,3	-6,6
50	0	-0,6	-2,1	-4,3	-5,3
60	0	-0,4	-1,7	-3,3	-4



Profili di rugosità e corrispondenti valori JRC

Si è quindi proceduto a riportare tutti i valori rilevati in una tabella per proseguire alla classificazione, in cui sono riportati:

punto di stazione
 litologia
 giacitura
 persistenza
 spaziatura
 apertura
 scabrezza
 riempimento
 condizioni idrauliche

SITO A

Località MINIERA DELLA GULA sito A galleria laterale livello 1
 quota 855 m slm litologia Noriti-pirosseniti
 lunghezza stendimento 11,30 m giacitura affioramento 220 N Altezza fronte 2 m

progressiva	giacitura imm	giacitura incl	termine frattura	tipo frattura	apertura	riempimento	acqua	JRC
0	235	80	O	1	C	0	A	4
80	345	54	O	4	C	0	A	4
95	200	85	O	1	C	0	A	4
100	200	86	O	1	C	0	A	4
110	345	55	O	4	C	0	A	4
130	45	55	I	1	C	0	A	18
140	345	53	O	4	C	0	A	4
170	45	56	I	1	C	0	A	18
180	345	52	O	4	C	0	A	4
210	345	56	O	4	C	0	A	4
250	345	51	O	4	C	0	A	4
300	345	57	O	4	C	0	A	4
330	345	50	O	4	C	0	A	4
360	345	58	O	4	C	0	A	4
375	10	30	I	1	C	0	A	12
450	345	54	O	4	C	0	A	4
530	10	29	I	1	C	0	A	12
560	345	59	O	4	C	0	A	4
570	200	84	O	1	C	0	A	4
620	10	31	I	1	C	0	A	12
630	345	60	O	4	C	0	A	4
635	200	83	I	1	C	0	A	4
650	200	87	I	1	C	0	A	4
665	200	82	I	1	C	0	A	4
700	345	49	O	4	C	0	A	4
760	200	88	I	1	C	0	A	4
880	345	61	O	4	C	0	A	4
960	340	70	I	1	C	0	U	16
1130	345	48	O	4	C	0	A	4

TERMINE FRATTURA I in roccia intatta
 A contro altra frattura
 O fuori affioramento

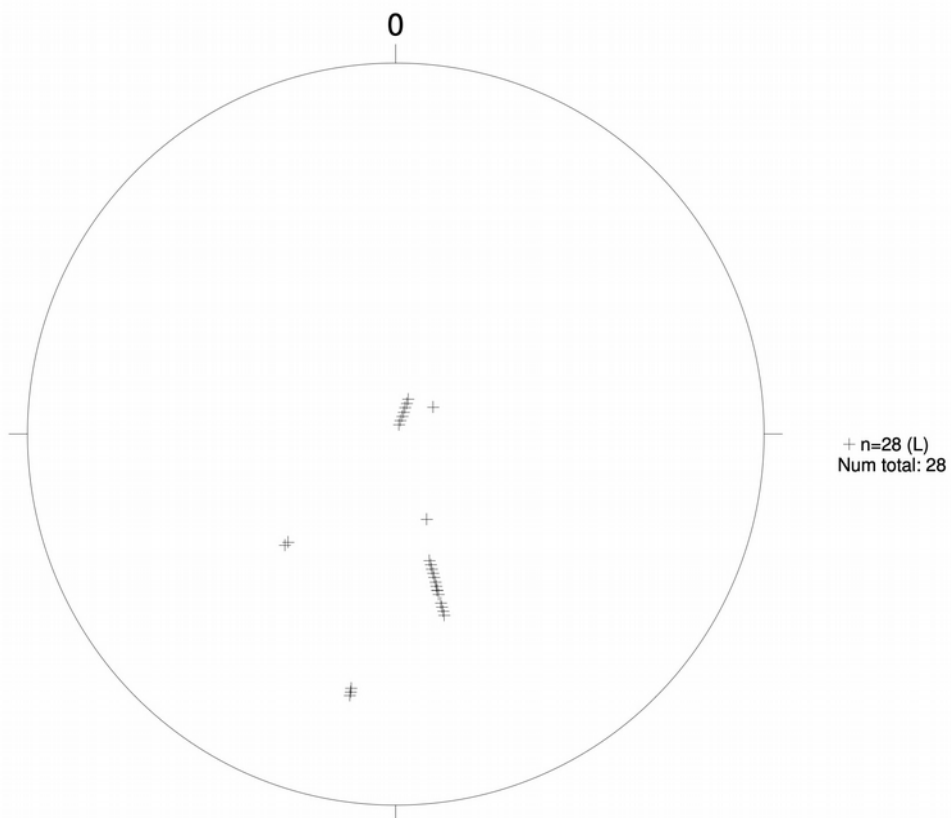
TIPO FRATTURA 1 faglia/frattura
 4 scistosità
 6 vena

APERTURA: C chiusa < 1mm
 B beante 1mm<PA<2mm
 A aperta 2mm<A<5mm
 MA molto aperta > 5mm

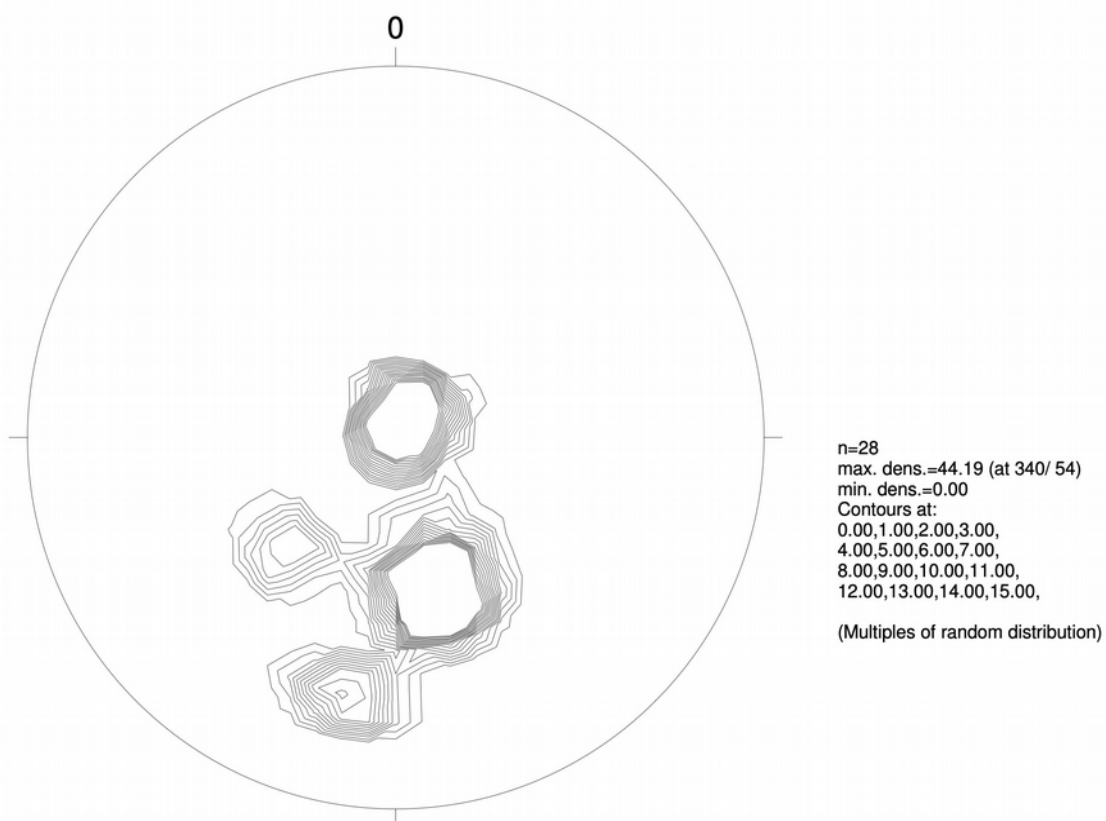
RIEMPIMENTO I incoerente
 CA calcite
 0 assente

ACQUA A asciutto
 U umido
 B bagnato

N° prova	Superficie											Posizione	Valore medio	Valore medio corretto
1	faglia	42	30	46	40	42	36	32	28	40	40	C	37	34
2	scistosità	43	30	34	34	38	32	42	48	46	42	D	39	34
3	giunto	24	32	28	36	42	34	38	36	22	34	C	32	29



Equal area projection, upper hemisphere



Equal area projection, upper hemisphere

SITO B

Località MINIERA DELLA GULA **sito** B incrocio galleria principale e seconda diramazione
quota 855 m slm **litologia** Noriti-pirosseniti
lunghezza stendimento 4 m **giacitura affioramento** 310 N **Altezza fronte** 2 m

progressiva	giacitura imm	giacitura incl	termine frattura	tipo frattura	apertura	riempimento	acqua	JRC
5	175	88	I	1	C	0	A	10
20	65	30	I	1	C	0	A	12
56	300	40	O	4	C	0	A	2
60	65	31	I	1	B	I	U	2
95	175	89	I	1	C	0	A	10
105	175	87	I	1	C	0	A	10
125	175	90	I	1	C	0	A	10
155	300	41	O	4	C	0	A	2
160	300	39	O	4	C	0	A	2
165	90	80	I	1	C	0	A	12
195	300	42	O	4	C	0	A	2
220	300	38	O	4	C	0	A	2
275	328	82	O	1	C	CA	A	6
320	350	55	O	4	C	0	A	8
370	175	86	I	1	C	0	A	8

TERMINE FRATTURA
I in roccia intatta
A contro altra frattura
O fuori affioramento

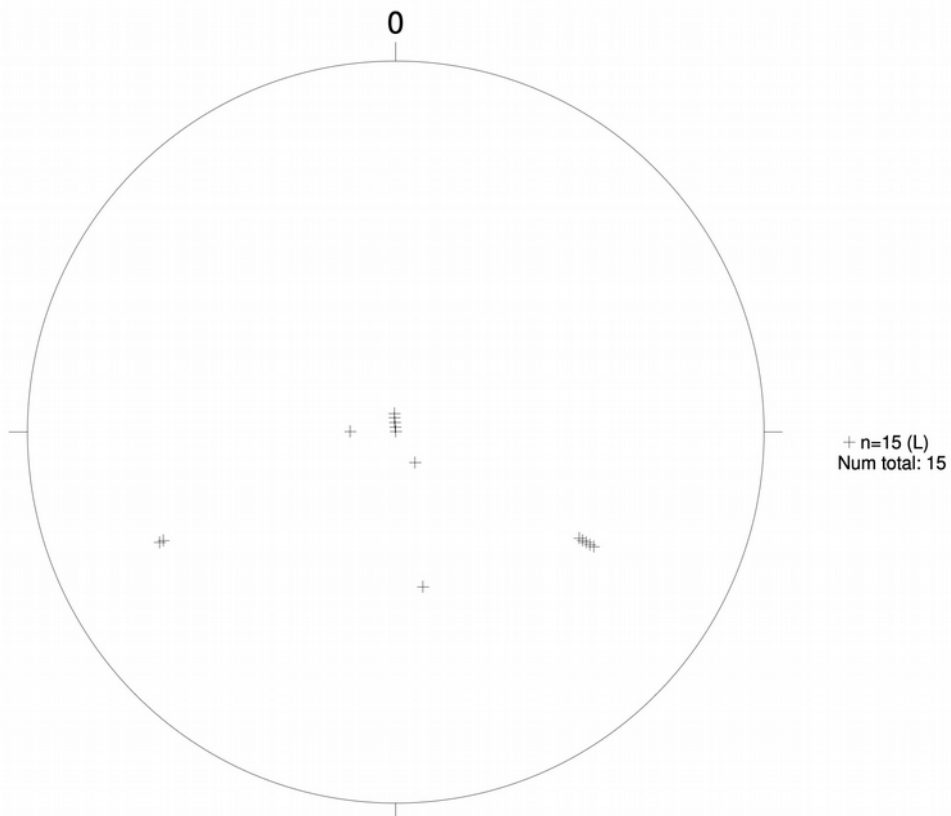
TIPO FRATTURA
1 faglia/frattura
4 scistosità
6 vena

APERTURA: C chiusa < 1mm
B beante 1mm<PA<2mm
A aperta 2mm<A<5mm
MA molto aperta > 5mm

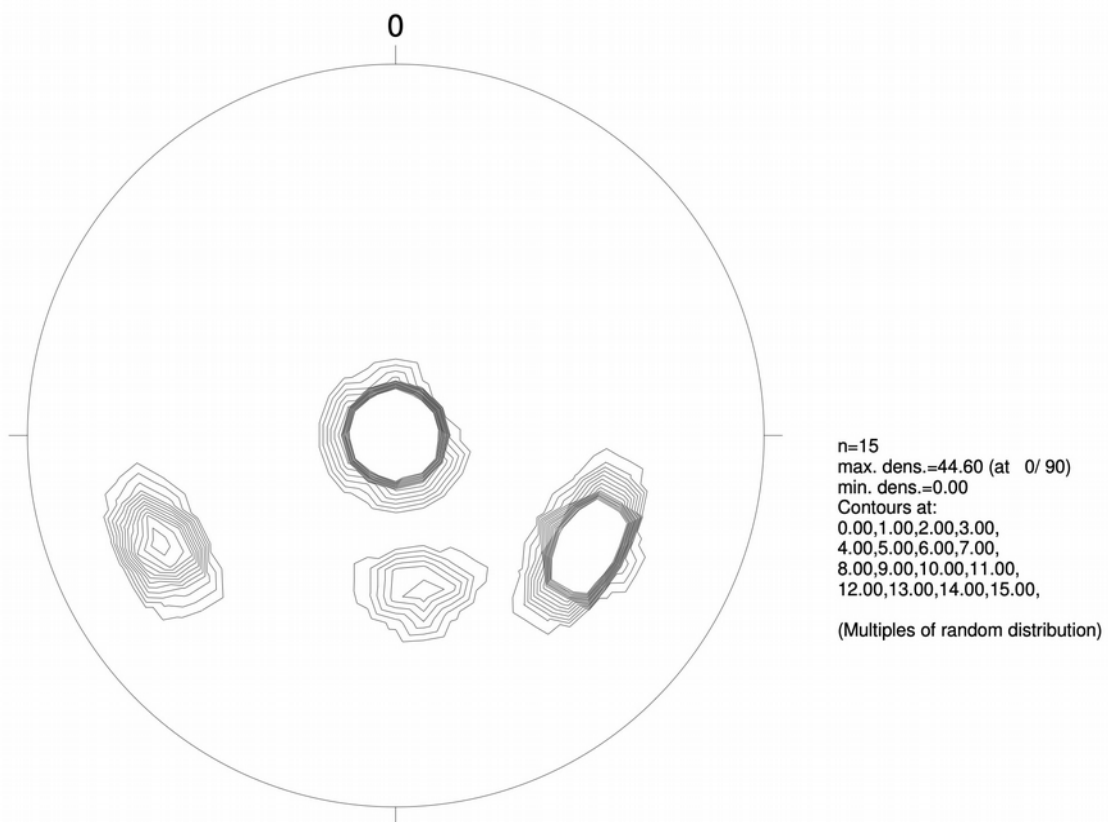
RIEMPIMENTO
I incoerente
CA calcite

ACQUA
A asciutto
U umido
B bagnato

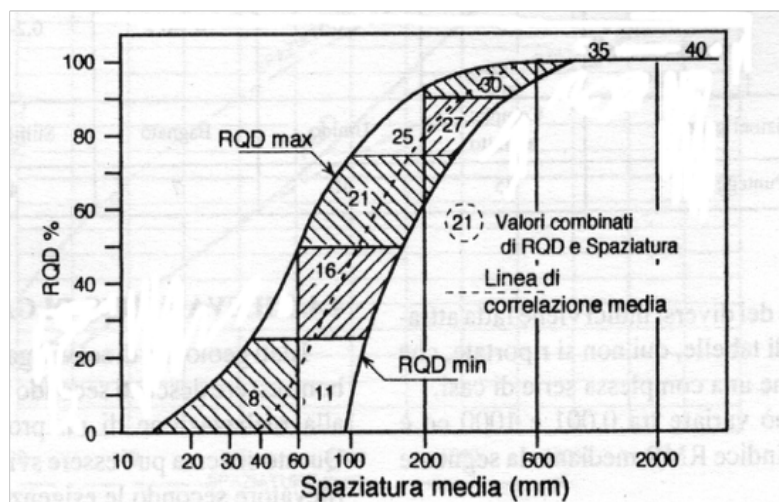
N° prova	Superficie											Posizione	Valore medio	Valore medio corretto
1	giunto	36	40	32	36	36	40	44	32	32	36	D	36	31
2	scistosità	46	38	40	32	40	40	50	46	42	38	B	41	40



Equal area projection, upper hemisphere



Equal area projection, upper hemisphere



Correlazione tra RQD e spaziatura

In conclusione si è proceduto a classificare l'ammasso roccioso in base alla classificazione di Beniaowski, basata su intervalli di valori.

Per valutare gli indici correttivi per l'orientamento delle discontinuità rispetto all'andamento della galleria, si è fatto riferimento alla successiva tabella e si sono mediati i risultati per l'insieme dei sistemi di discontinuità.

Valutazione degli effetti della direzione e dell'inclinazione delle discontinuità rispetto alla galleria

INDICI CORRETTIVI PER L'ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITA'					
Direzione e pendenza della discontinuità	Molto favorevole	Favorevole	Mediocre	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Galleria	0	-2	-5	-10	-12

Nella successiva tabella sono riportati valori da bibliografia e precedenti studi in zona relativi al peso di volume delle diverse litologie, utilizzato per il calcolo della resistenza a compressione monoassiale della roccia.

Pesi specifici delle diverse litologie analizzate

LITOLOGIA	PESO DI VOLUME
Piroseniti/noriti/peridotiti	33,00 kN/mc
Anfiboliti	30,70 kN/mc
Granuliti	30,40 kN/mc

SITO <i>A – LIVELLO 1</i>			ROCCIA <i>PIROSSENITE</i>				
A. PARAMETRI DI CLASSIFICAZIONE E LORO INDICI							
Parametri			Intervalli dei valori				
1	Resistenza del materiale intatto	Resistenza alla compressione monoassiale (MPa)	> 250	100 – 250	50 – 100	25 – 50	5-25 1-5 <1
	Punteggio		15	12	7	4	2 1 0
2	RQD %		90-100	75-90	50-75	25-50	<25
	Punteggio		20	17	13	8	3
3	Spaziatura		>2 m	0.6-2 m	0.2-0.6 m	0.06-0.2 m	<0.06 m
	Punteggio		20	15	10	8	5
4	Persistenza (continuità)		< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m
	Punteggio		6	4	2	1	0
	Separazione (apertura)		Nessuna	< 0.1 mm	0.1-1 mm	1-5 mm	> 5 mm
	Punteggio		6	5	4	1	0
	Scabrezza		Molto scabra	Scabra	Legg. scabra	Liscia	Striata
	Punteggio		6	5	3	1	0
	Riempimento		Nessuno	Duro <5mm	Duro >5mm	Tenero<5mm	Tenero>5mm
	Punteggio		6	4	2	2	0
	Alterazione		Inalterato	Legg. alterato	Moder. alterato	Molto alterato	Decomposto
5	Condizioni idrauliche generali		Compl. Asciutto	Umido	Bagnato	Stillicidio	Flusso
	Punteggio		15	10	7	4	0
B. INDICI CORRETTIVI PER L'ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITA'							
Direzione e pendenza della discontinuità galleria			Molto favorevole	Favorevole	Mediocre	Sfavorevole	Molto sfavorevole
			0	-2	-5	-10	-12
C. CLASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO IN BASE AL PUNTEGGIO TOTALE. SIGNIFICATO DELLE CLASSI							
Indice			100-81	80-61	60-41	40-21	<20
Classe n°			I	II	III	IV	V
Descrizione			Molto buono	Buono	Discreto	Scadente	Molto scadente
Coesione (kPa)			> 400	300-400	200-300	100-200	< 100
Angolo di attrito (°)			>45	35-45	25-35	15-25	< 15

SITO <i>B - LIVELLO I</i>			ROCCIA <i>PIROSSENITE</i>				
A. PARAMETRI DI CLASSIFICAZIONE E LORO INDICI							
Parametri			Intervalli dei valori				
1	Resistenza del materiale intatto	Resistenza alla compressione monoassiale (MPa)	> 250	100 – 250	50 – 100	25 – 50	5-25 1-5 <1
	Punteggio		15	12	7	4	2 1 0
2	RQD %		90-100	75-90	50-75	25-50	<25
	Punteggio		20	17	13	8	3
3	Spaziatura		>2 m	0.6-2 m	0.2-0.6 m	0.06-0.2 m	<0.06 m
	Punteggio		20	15	10	8	5
4	Persistenza (continuità)		< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m
	Punteggio		6	4	2	1	0
	Separazione (apertura)		Nessuna	< 0.1 mm	0.1-1 mm	1-5 mm	> 5 mm
	Punteggio		6	5	4	1	0
	Scabrezza		Molto scabra	Scabra	Legg. scabra	Liscia	Striata
	Punteggio		6	5	3	1	0
	Riempimento		Nessuno	Duro <5mm	Duro >5mm	Tenero<5mm	Tenero>5mm
	Punteggio		6	4	2	2	0
	Alterazione		Inalterato	Legg. alterato	Moder. alterato	Molto alterato	Decomposto
5	Condizioni idrauliche generali		Compl. Asciutto	Umido	Bagnato	Stillicidio	Flusso
	Punteggio		15	10	7	4	0
B. INDICI CORRETTIVI PER L'ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITA'							
Direzione e pendenza della discontinuità galleria			Molto favorevole	Favorevole	Mediocre	Sfavorevole	Molto sfavorevole
			0	-2	-5	-10	-12
C. CLASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO IN BASE AL PUNTEGGIO TOTALE. SIGNIFICATO DELLE CLASSI							
Indice			100-81	80-61	60-41	40-21	<20
Classe n°			I	II	III	IV	V
Descrizione			Molto buono	Buono	Discreto	Scadente	Molto scadente
Coesione (kPa)			> 400	300-400	200-300	100-200	< 100
Angolo di attrito (°)			>45	35-45	25-35	15-25	< 15

3. L'inquadramento storico:

L'attività mineraria nell'area risale con certezza documentale al XIX secolo, con il rilascio delle prime autorizzazioni negli anni '70 del 1800, anche se attività di esplorazione e piccoli sfruttamenti sono attestati già nei decenni precedenti.

Il sito minerario, nel corso degli anni, è stato inserito in permessi di ricerca e concessioni più o meno ampie, rivestendo sempre comunque un ruolo principale rispetto agli altri cantieri minerari dell'area. La complessa geologia di queste valli ha permesso la formazione di un altrettanto complesso giacimento polimetallico, di cui è stata fornita ampia spiegazione nel paragrafo precedente, che ha suscitato interesse minerario per lo sfruttamento, non senza numerose difficoltà tecniche e logistiche.

La presenza di filoni auriferi nel territorio dei comuni di Cravagliana e Rimella, oltre che nella specifica miniera di Gula, era già conosciuta fin dall'inizio del secolo scorso. Ciò diede origine ad una saltuaria attività di esplorazione e coltivazione da principio ad opera di ricercatori della valle poi con interventi di società non Valsesiane e anche straniere; tra questi, oltre ai Rimellesi Lorenzo Dago e Gaudenzio Reale, vale la pena ricordare Don Giulio Ferraris, vice- parroco di Sabbia il quale negli anni tra il 1865 e il 1881 ottenne permessi di ricerche aurifere in diverse località della Valsesia meritandosi così il curioso appellativo di "Don Minera" ancor prima del parroco di Ferrera Don Teruggi. A seguire si ebbero tra il 1890 e il 1902 la società Ferdinando Pirazzi e Soci di Piedimulera già presente in diverse miniere aurifere Ossolane quindi il signor George Robinson, un Sudafricano residente a Parigi il quale analogamente alla Britannica Monte Rosa Gold Mining Company Ltd di cui era responsabile ed amministratore ad Alagna, detenne il permesso di Gula dal 1903 al 1913. Prima dell'avvento di don Teruggi, il permesso di ricerca soprattutto per la Pirrottina Nichelifera passò al signor Giovanni Brunetti di Brosso Canavese dal 1914 al 1918, quindi all'ing. Giulio Probatì di Agordo per il periodo dal 1919 al 1921. Benché l'atto ufficiale di cessione del permesso risalga al Settembre 1921, già dal Maggio 1920 la Società Miniere Nichelifere di Valmastallone costituita da Don Teruggi, aveva iniziato le ricerche impiegando circa 40 uomini che lavoravano a ciclo continuo in 3 turni di 8 ore giornaliere. Lo scopo del prelado era quello di alleviare la disoccupazione che regnava nella valle e obbligava la popolazione ad emigrare all'estero. Già nel 1922 però gli addetti erano scesi a 12 unità. Don Minera sollecitava inoltrando invano per 2 volte la domanda di miniera scoperta al Distretto di Torino, tale fretta appariva giustificata dal fatto che l'intento era sì di ottenere la scoperta di miniera ma solo per poi cederla a chi disponesse di mezzi tecnici e finanziari per realizzare i prodotti da essa derivanti. Nel frattempo le spese erano di gran lunga superiori alle entrate. Fino al 1923 i lavori eseguiti furono veramente notevoli con lo scavo di diverse centinaia di metri di gallerie che permisero di intuire la discreta estensione sia del giacimento di Pirrottina Nichelifera sia quelli Auriferi, nel 1923 i lavori vennero notevolmente ridotti, gli operai erano oramai ridotti a 4, situazione questa che si protrasse fino al 1925 nonostante l'individuazione di un'altro orizzonte mineralizzato a Pirrottina. Il quantitativo totale di minerale nichelifero estratto dal 1929 al 1925 ammontava a circa 1730 tonnellate e, in attesa di essere opportunamente trattato, giaceva inutilizzato presso i vari cantieri. L'attività venne perciò rivolta soprattutto ad una ridotta coltivazione della Pirite Aurifera per la cui lavorazione erano in funzione fin dal 1921, frantoi e vasche di trattamento situati in baraccamenti posti sulla sinistra della carrozzabile per Rimella. I lavori di ricerca, già di ridotta entità furono sospesi del tutto nel 1926. Saltuariamente e per brevi periodi fino al Maggio 1932 l'attività venne limitata a lavori di conservazione delle infrastrutture ed a ridotte ricerche. A complicare ancor più la vita al Povero Don Minera ci pensava un certo Wilibald Naeher, ingegnere chimico Tedesco il quale affermava di avere ideato un procedimento "speciale" per il trattamento del minerale Nichelifero approfittando così della buona fede e troppa ingenuità del prelado. Fatto sta che il Naeher con la complicità di tali Umberto Zametti e Cav. Orazio Del Bo imperversarono in Val Mastallone dal Giugno 1932 al Febbraio 1933 facendo spendere le ultime risorse allo speranzoso Don Teruggi in costose analisi, frettolosi lavori dalla cui esecuzione il suddetto team ricavò senza dubbio profitti non propriamente onesti. Sono di questo periodo la costruzione degli edifici per il trattamento del minerale e il

riadattamento di non meglio precisati Uffici, la costruzione di 400 gradini in cemento per l'accesso ai 5 livelli, ampi pianerottoli, sedili di sosta e ringhiere in ferro che rendevano tutto molto bello ma assolutamente inutile. Il Distretto Minerario di Torino si esprime pesantemente definendo il tutto con la nota "spese pazzesche". Solo alla fine di Febbraio 1933 Don Teruggi che si era nel frattempo ravveduto, poteva finalmente liberarsi della famigerata triade, grazie alla decisa presa di posizione del Distretto Minerario e del Ministero della Corporazione che evidentemente aveva indagato a fondo sul Naeher scoprendone le malefatte e inoltrandogli il foglio di via. Nel Luglio 1934 Don Teruggi pose in liquidazione l'ormai esausta "Società Miniere Nichelifere di Valmastallone" fondando il "Consorzio Minerario Valsesiano S.p.A." in gran parte formato dai sempre meno convinti membri del precedente sodalizio. Alla fine del 1935, dopo aver dato fondo alle casse societarie nell'acquisto di materiale tecnico per il trattamento e arricchimento della Pirite Aurifera [def.], materiale che si rivelò subito di pessima qualità, tutto era già irrimediabilmente fermo. Il più grande errore del primicerio di Ferrera fu quello di nutrire una smisurata e infantile fiducia in giacimenti obbiettivamente poveri. Dal 1936 al 1946 dopo molti tentativi falliti da parte del prelado di cedere la con cessione nel suo complesso a varie Società come la Fiat Sezione Ind. Metallurgiche, la AIVMT Azienda Minerali Metallici Italiani, la SAMIL, la Società E. Breda, via via con il passare degli anni anche le file del Consorzio Minerario Valsesiano si assottigliavano sempre più. Qualche sporadico lavoro venne ancora effettuato fino all'Agosto del 1943 ma risultò tutto vano. Nel Gennaio 1947 scadeva il permesso di ricerca che non venne più rinnovato. Nel frattempo Don Teruggi era uscito silenziosamente di scena, ormai troppo anziano e malfermo in salute dopo mezzo secolo di apostolato fra quelle montagne aveva dovuto, nell'Ottobre del 1946, lasciare a malincuore la Sua Ferrera. Scese a Varallo come cappellano della Madonna delle Grazie e successivamente si ritirò al Sacro Monte. I restanti membri del Consorzio Minerario Valsesiano domandarono ancora negli anni dal 1951 al 1955 il permesso di ricerca senza tuttavia farvi alcun lavoro. Don Teruggi, sentendosi ormai prossimo alla fine chiese di essere accompagnato per l'ultimo saluto alle Sue miniere, portato a spalle fino agli imbocchi visitò piangendo la causa di tante delusioni. Egli tuttavia non volle mai accettare la sconfitta e, a chi lo incontrava per le vie di Varallo o lungo la salita del SacroMonte, appoggiato faticosamente al suo bastone ripeteva con insistenza di non essersi sbagliato e che qualcuno un giorno gli avrebbe dato ragione e reso così giustizia. Convinzione questa dettata più dalla sua cocciutaggine che da elementi e fatti probanti scientificamente. Dopo aver trascorso gli ultimi mesi di vita presso la casa di riposo di Miasino sul lago d'Orta, don Giuseppe Teruggi se ne "andava" l'11 maggio 1957 all'età di 85 anni. Per suo espresso desiderio fu sepolto nel minuscolo cimitero di Ferrera accanto ai genitori ed alla sorella, la Sua gente appose più tardi una lapide le cui parole ben ne disegnano la figura e l'indole: "Mente eletta aperta e sensibile ai problemi sociali religiosi e morali, spirito coraggioso, prodigò ogni suo avere per procurare in loco lavoro ai suoi parrocchiani costretti per vivere ad emigrare tentando di dar vita a sfortunata impresa estrattiva, "Le miniere della Gula" che avverse forze stroncarono sul nascere. Dal cielo Padre maestro e pastore continua la tua sublime missione presso questo popolo che ti fu tanto caro". (tratto da "Momenti dell'attività Mineraria e Metallurgica in Valsesia : Don Teruggi e la Miniera di Gula", di Riccardo Cerri, ed .CAI VARALLO)

4. L'inquadramento amministrativo e urbanistico:

L'area di intervento ricade in Classe IIIA della Carta di sintesi e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica del vigente PRGC del Comune di Cravagliana. Essa è descritta come segue:

Caratteristiche geomorfologiche e antropiche "Aree interessate da fenomeni di dissesto; pendii acclivi con condizioni predisponenti a instabilità; aree soggette al rischio di caduta massi e di colate detritiche oppure assoggettabili all'azione di valanghe. Aree soggette a dinamica idrica; fasce di rispetto dei corsi d'acqua (normalmente con estensione di 15 metri per fianco)"

Utilizzazione urbanistica "Non sono consentite nuove edificazioni residenziali. Possibili interventi su edifici esistenti senza aumento del carico antropico e (previa verifica puntuale) realizzazione di accessori. Specifiche indicazioni per le aree in dissesto o soggette a situazioni di rischio".

5. L'inquadramento botanico-vegetazionale e paesaggistico per le aree esterne:

L'area esterna al sito minerario si sviluppa in parte lungo le sponde del torrente Landwasser e in parte lungo il versante orografico destro, in zone di pareti rocciose.

La vegetazione è di tipo arbustiva e arborea, di modesto sviluppo a causa della ridotta quantità di suolo presente. Le specie principali sono nocciolo, acero di monte e betulla, con apparati radicali piuttosto superficiali e di modeste dimensioni.

6. la descrizione dello stato attuale dell'attività dismessa o del compendio immobiliare oggetto di intervento di valorizzazione:

Attualmente l'intera area si trova in stato di abbandono e mostra unicamente segni di taglio legname da parte dei proprietari dei terreni.

In sponda sinistra, sotto il livello della strada provinciale, sono evidenti i ruderi delle piattaforme e terrapieni che ospitavano alcuni fabbricati di servizio alla miniera e l'arrivo di una teleferica dai cantieri minerari. Quest'area sarà riqualificata come punto di accesso alla miniera museo tramite passerella: l'attuale scalinata sarà sostituita da una rampa, abbattendo così le barriere architettoniche e consentendo l'accesso ai portatori di handicap. Il basamento dei vecchi fabbricati potrebbe in futuro ospitare un'area attrezzata per picnic.

In sponda destra è presente il rudere di un fabbricato con piano terra e piano sopraelevato, che sarà ricostruito per ospitare la biglietteria e il punto di accoglienza e magazzino materiali per la visita. Accanto all'imbocco del livello 1 sarà ricostruito il piccolo fabbricato che ospitava la forgia, con un allestimento esclusivamente museale. L'intera area esterna prospiciente il fabbricato e l'imbocco sarà risistemata, con taglio della vegetazione invasiva e conservazione di solo pochi esemplari arborei utili a creare zone d'ombra, con la creazione di terrazzamenti e aree di sosta per i visitatori. La scalinata di accesso ai cantieri superiori sarà riqualificata, con il taglio della vegetazione e il rifacimento di pedate e installazione di idoneo parapetto e corrimano. Sono previsti interventi di disaggio diffuso al fine di rimuovere i cunei rocciosi instabili presenti, anche se l'intero versante non evidenzia segni di crolli o distacchi.

Le gallerie sono in buone condizioni, senza evidenze di crolli.

Il livello 1 presenta imbocco con rivestimento esterno in pietra a secco a creare un arco a tutto sesto. E' presente un evidente accumulo di materiale roccioso, terroso e vegetale dovuto al trasporto per gravità dal versante sovrastante. Internamente si individuano pochi tratti con accumulo di acqua di pochi centimetri e il sistema di drenaggio e canalizzazione delle acque può essere ripristinato con interventi minimali. In qualche tratto è presente materiale roccioso di accumulo durante l'operatività della miniera: in alcuni casi dovrà essere asportato, in altri semplicemente riposizionato per regolarizzare il fondo o per creare volutamente cumuli utili agli allestimenti scenografici.

Il livello 2 ha imbocco in cemento ad arco e un tratto rivestito in cemento sui piedritti, mentre la calotta necessita intervento di disaggio e protezione. Il fondo presenta solo accumulo di materiale abbandonato alla chiusura della miniera. In due gallerie laterali, parallele e unite da una finestra in roccia, il cunicolo, in evidente discesa, si presenta allagato, ma non risulterebbero collegate tra di loro, poiché il rilievo topografico ha evidenziato una leggera differenza di quota del livello dell'acqua, escludendo quindi che siano comunicanti nel tratto sommerso. L'intera galleria si

presenta stabile e priva di accumuli significativi di acqua sul fondo, ad eccezione del tratto oltre la base del pozzo, che non sarà comunque resa accessibile al pubblico.

Il livello 3 necessita di rimozione di materiale terroso all'esterno e all'imbocco, in modo da consentire un regolare deflusso delle acque interne. L'intera galleria è in buone condizioni, ma sarà resa visitabile unicamente nel tratto fino alla sommità del pozzo 1 e base del pozzo 2.

Il livello 4, il più superficiale, presenta abbondanti accumuli di materiale scavato e immagazzinato, che ne rendono difficoltosa la percorribilità. Inoltre uno dei due imbocchi di questo livello si apre proprio nella parte centrale di un impluvio, e questo ne ha causato la quasi completa ostruzione e l'impossibilità alle acque di defluire verso l'esterno. Il secondo imbocco invece, in zona più protetta, è un grosso scavamento che si affaccia immediatamente sull'uscita del pozzo 2: pertanto solo questo brevissimo tratto vedrà interventi di protezione e messa in sicurezza



Ingresso Livello 1 e fabbricato Forgia



Ingresso Livello 2



Ingresso Livello 3



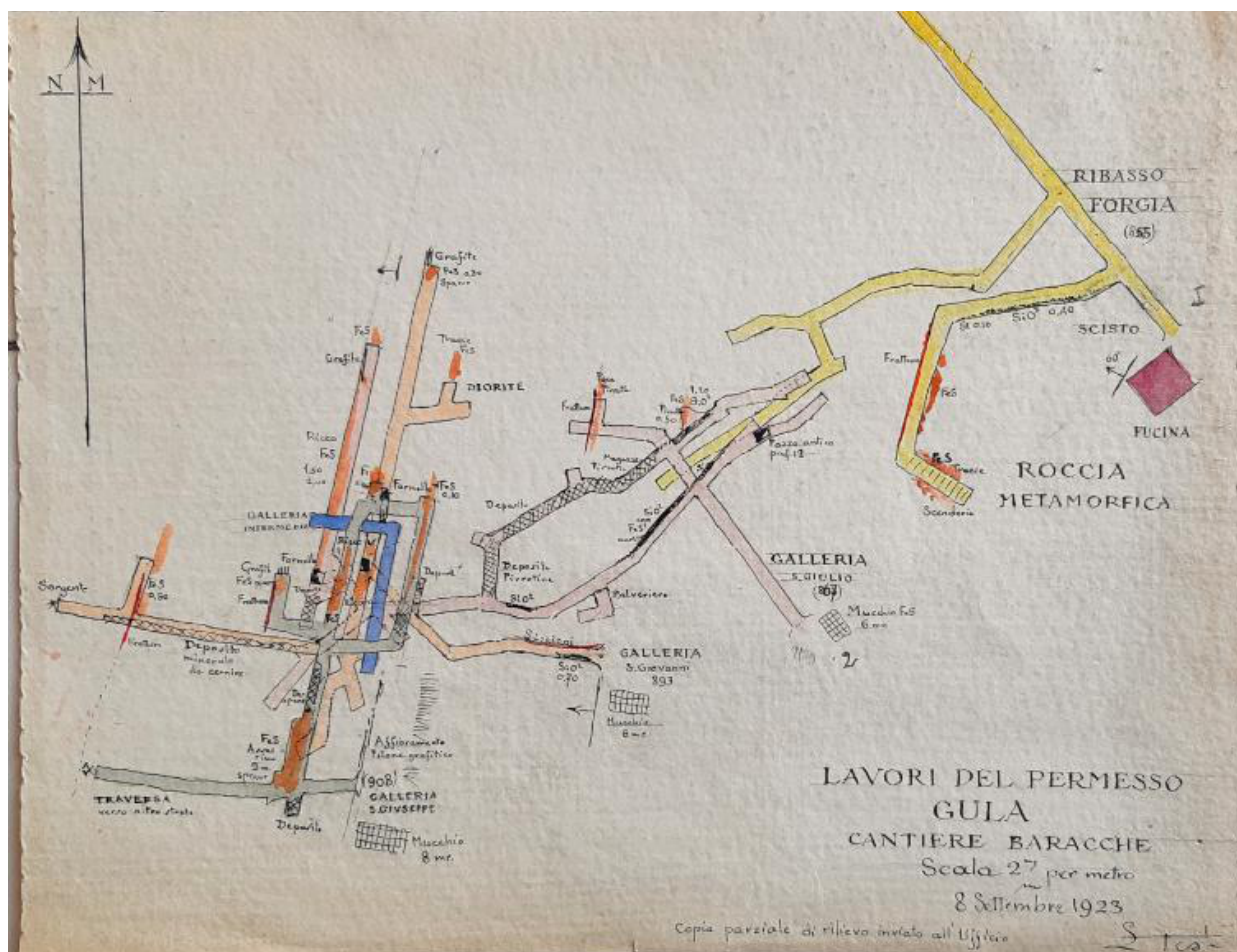
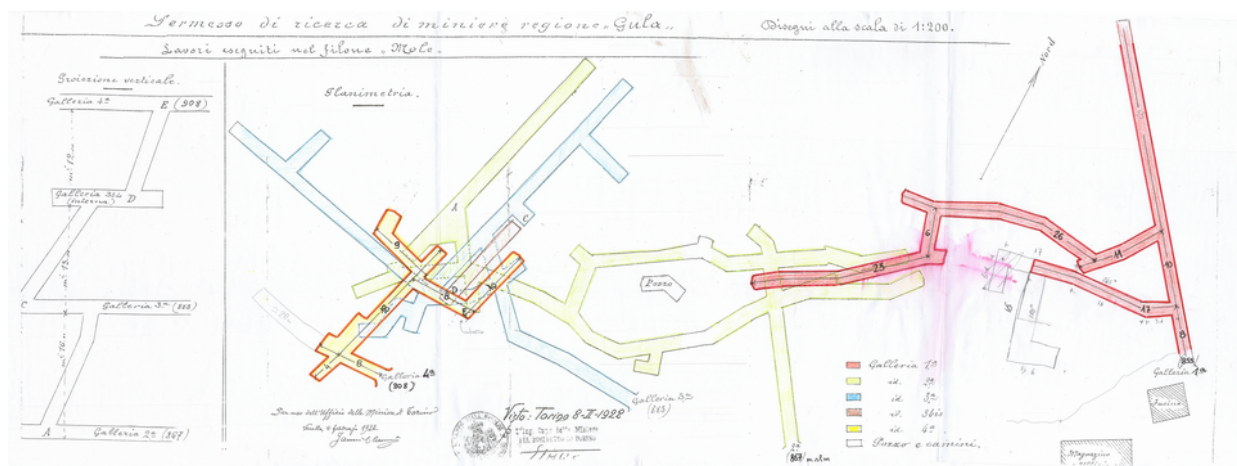
Pozzo Livello 4

Foto 5 – gli ingressi dei 4 livelli di miniera

7. il rilievo topografico aggiornato dell'area interessata alla valorizzazione in scala opportuna e dei percorsi utilizzabili a cielo aperto:

Il rilievo topografico aggiornato all'estate 2020 è riportato in allegato, comprensivo di sezioni in diversi tratti delle gallerie. Ecco comprende i sedimi dei fabbricati e la scalinata di accesso ai diversi cantieri, nei soli tratti in cui essa è ancora esistente.

A titolo esemplificativo, si riportano anche tre scansioni di planimetrie storiche rispettivamente del 18 gennaio 1922, 8 febbraio 1922 e 8 settembre 1923



8. la valutazione della stabilità globale e locale dei fronti relitti di scavo, dei vuoti minerari e delle gallerie, ai sensi della normativa tecnica vigente:

Le indagini in sito all'interno della galleria del Livello 1 e le ispezioni ai livelli sovrastanti, tramite la classificazione dell'ammasso roccioso descritta al paragrafo 2 (Geotecnica e Geomeccanica), hanno permesso di definire le caratteristiche geomeccaniche della roccia e quindi di trarre conclusioni sugli interventi di stabilizzazione.

Il metodo RMR ha permesso di definire l'ammasso roccioso come ricadente nella Classe II (qualità "buona") con buone caratteristiche di resistenza e stabilità. Tenuto conto dell'altezza limitata (non superiore a 2 metri) delle gallerie, alla struttura filoniana del giacimento e allo sviluppo dei vuoti minerari lungo prevalentemente zone di faglia, l'ammasso roccioso non presenta crolli recenti degni di nota: il materiale litico accumulato lateralmente alle gallerie è frutto di depositi realizzati durante i lavori di coltivazione, oppure dovuto a piccoli crolli probabilmente subito successivi all'abbandono delle gallerie. L'analisi dei sistemi di fratture e della scistosità non porta ad individuare cunei rocciosi aventi volume e condizioni di stabilità che possano generare condizioni di pericolosità, con distacco e crollo. Non sono pertanto previste opere di consolidamento con chiodature o reti, ma solo l'effettuazione di un intervento di disgaggio leggero di tutto lo sviluppo delle gallerie (limitatamente alle parti visitabili) al fine di eliminare le piccole situazioni di instabilità molto localizzate e dovute a porzioni di roccia di volumi inferiori al decimetro cubico. L'unico intervento consistente di messa in sicurezza dei cunicoli è limitato all'ingresso del Livello 2, per uno sviluppo di circa 7 metri, con l'installazione di piastre metalliche a creare un contro-soffitto, per prevenire distacchi dalla calotta.

Le uniche zone in cui gli scavi minerari superano l'altezza media di 2 metri sono in corrispondenza dei pozzi di collegamento tra i Livelli 2, 3 e 4, dove comunque lo scavo è limitato alla sola sezione di essi. Un'ispezione qualitativa (visiva dall'alto e dal basso) non ha individuato materiale instabile al loro interno e l'assenza di strutture artificiali (armature), ad eccezione di travature in legno, aderenti alla roccia e senza funzioni portanti o di stabilizzazione, la cui rimozione verrà valutata in fase esecutiva di installazione della "via ferrata" in sotterraneo.

9. i collegamenti con la viabilità ordinaria

Il sito minerario di Gula è raggiungibile con brevissimo percorso pedonale (3') dalla strada provinciale SP 80, che rappresenta una diramazione della SP 9 della Val Mastallone. Lungo la strada, proprio in corrispondenza del sentiero pedonale che conduce alla passerella, vi sono diversi spiazzi adibiti a parcheggio. Poco più a monte (circa 2 km), in località Madonna del Rumore, esiste una più ampia area di sosta e di manovra idonea anche ai bus

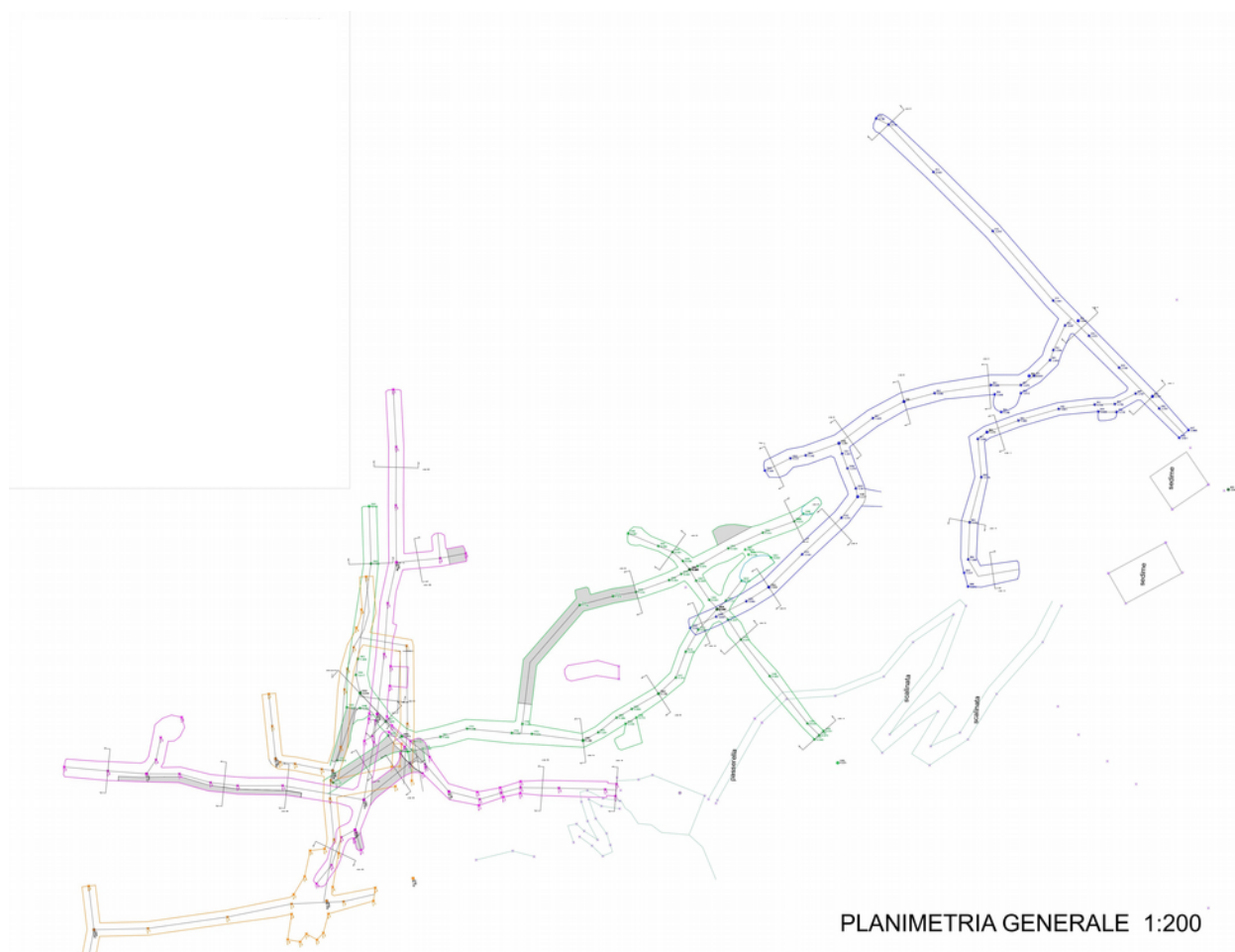
10. il piano delle opere infrastrutturali da realizzare o oggetto di sistemazione e relativo progetto, delle opere di recupero e miglioramento ambientale, con descrizione del recupero morfologico e delle opere botanico-vegetazionali, in funzione della tipologia prevista dell'intervento di valorizzazione e delle opere per la messa in sicurezza del sito ai fini della salute e della sicurezza dei lavoratori e dei terzi interessati, comprese le opere di consolidamento statico dei vuoti sotterranei;

Il progetto di valorizzazione della Miniera della Gula prevede, come anticipato ai paragrafi precedenti, la fruizione di diversi livelli di visita, da 1 a 4, rispettivamente:

- livello 1: quota 855 m slm
- livello 2: quota 867 m slm
- livello 3: quota 883 m slm
- livello 4: quota 908 m slm

differenziati tra loro per difficoltà di percorso (dal livello “base/per tutti” a quello “sportivo/alpinistico/speleologico”) e tematiche affrontate (storica, mineraria, geologica, naturalistica, etc.)

Di seguito si riportano una planimetria globale, schematica della miniera (comprendente tutti i 4 livelli) nonché la rappresentazione dei singoli livelli e dei percorsi previsti, con descrizione delle relative infrastrutture da realizzarsi per l’apertura al pubblico.



LIVELLO 1 – quota 855

Sviluppo: 170 metri

Note: Percorso per tutti (VISITA STANDARD), con adeguamento del fondo mirato al superamento delle barriere architettoniche (accesso possibile a carrozzine off-road e disabili).



Foto 6 – stato attuale dell'imbocco del livello 1

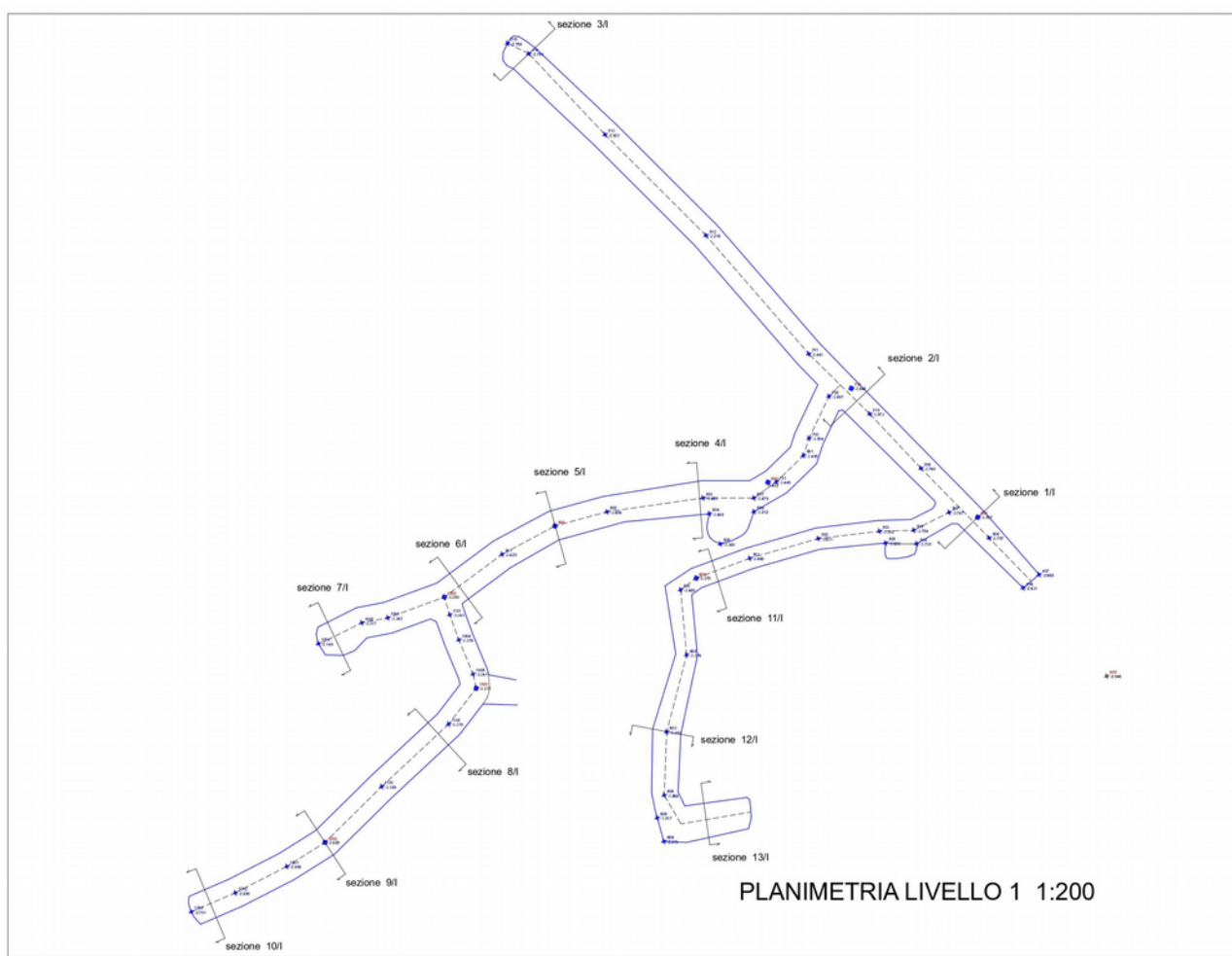


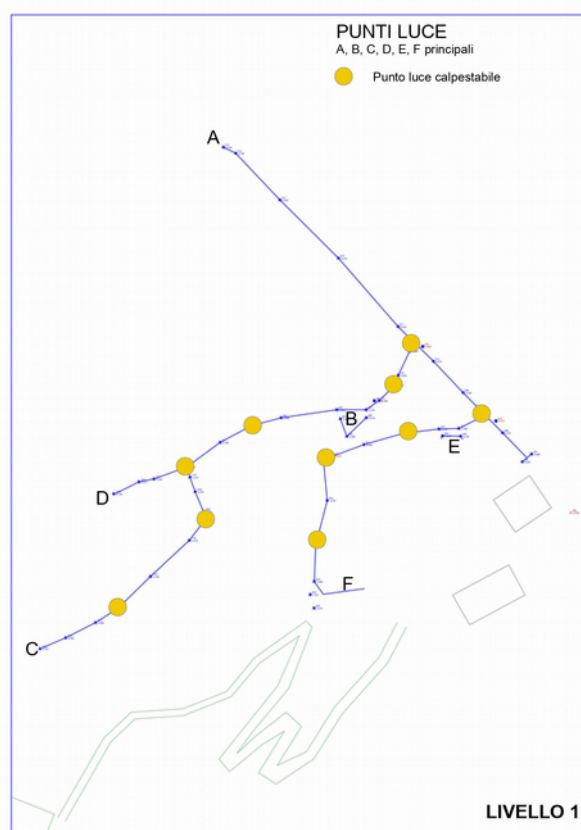
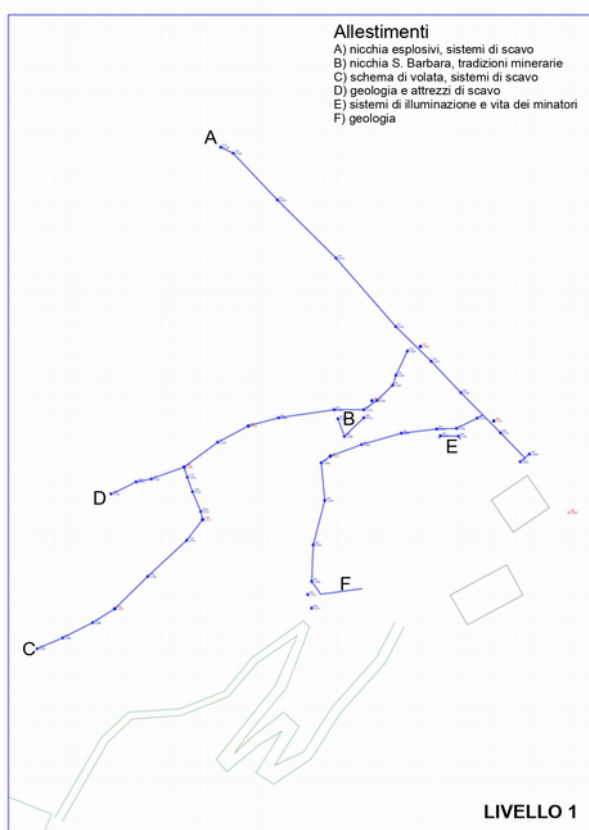


Foto 7 – uno dei “punti sosta” al livello 1

Illuminazione non invasiva, con 6 punti luce principali (punti sosta allestimenti A-F) e 10 spot luce di sicurezza a terra (faretto calpestabile) ubicati in corrispondenza di svolte cieche e incroci.

La visita permette l'illustrazione delle tecniche minerarie e della geologia, con 6 “punti sosta” dedicati e allestiti con attrezzatura originale, riproduzioni e pannelli esplicativi:

- A) nicchia esplosivi, sistemi di scavo
- B) nicchia S. Barbara, tradizioni minerarie
- C) schema di volata, sistemi di scavo
- D) geologia e attrezzi di scavo
- E) sistemi di illuminazione e vita dei minatori
- F) geologia



LIVELLO 2 – quota 867

Sviluppo: 100 metri (visitabili)

Note: Percorso “di approfondimento”, adatto a pubblico abituato al terreno di montagna, con camminata all'esterno in salita su sentiero esposto. Il percorso in sotterraneo è spartano, con fondo irregolare e possibile presenza di fango e piccole pozze d'acqua.



Foto 8 – l'imbocco del livello 2

L'impianto di illuminazione, come già anticipato, è limitato a punti luce posizionati esclusivamente nei 2 laghi, per permettere un colpo d'occhio spettacolare.

Non ci sono altri punti di illuminazione, pertanto la visita si svolge con la sola luce frontale in dotazione personale.

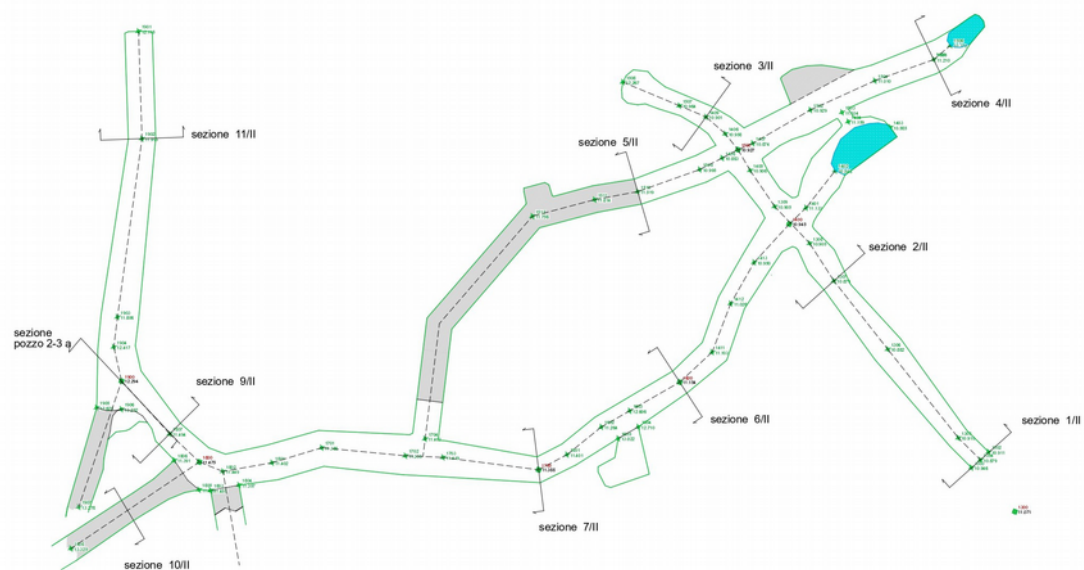


Foto 9 – le zone percorribili al livello 2

La visita permette di raggiungere anche la base del pozzo 1.

E' previsto il rientro lungo lo stesso itinerario per i gruppi in VISITA STANDARD PLUS, mentre i gruppi in VISITA ADVENTURE proseguono con il percorso avventura, debitamente attrezzato.

La scaletta/via ferrata permette la risalita al livello superiore attraverso un fornello sub-verticale di 15 m, previa la dotazione di opportuna attrezzatura da via ferrata (ritirata ed indossata presso la biglietteria) e la formazione dei visitatori in area apposita.



PLANIMETRIA LIVELLO 2 1:200

Allestimenti - luci

- A) faro a immersione
- B) faro a immersione
- C) attrezzi di scavo moderni
- D) via ferrata



LIVELLO 2

LIVELLO 3 – quota 883

Sviluppo: 40 metri (visitabili)

Note: Percorso “di approfondimento” (VISITA STANDARD PLUS), adatto a pubblico abituato al terreno di montagna, con camminata all'esterno in salita su sentiero esposto e superamento di passerella su precipizio.



Foto 10 – la passerella di servizio al livello 3

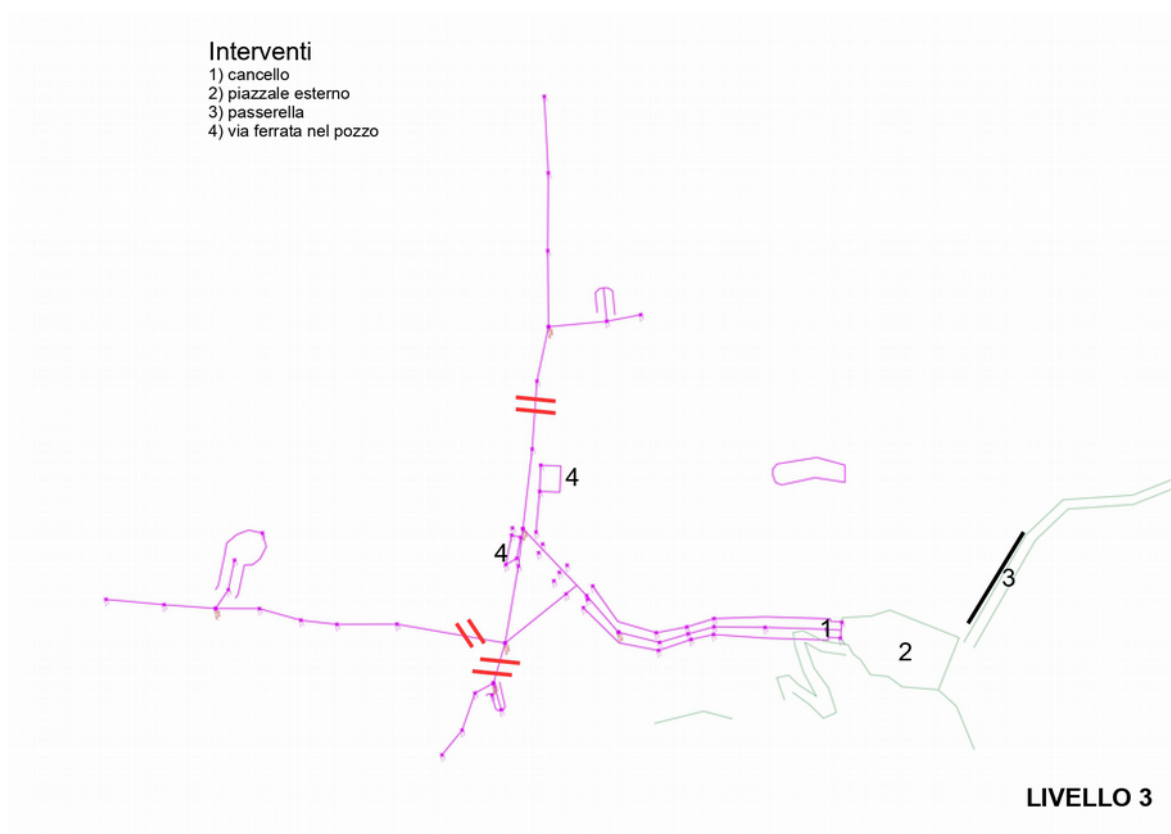
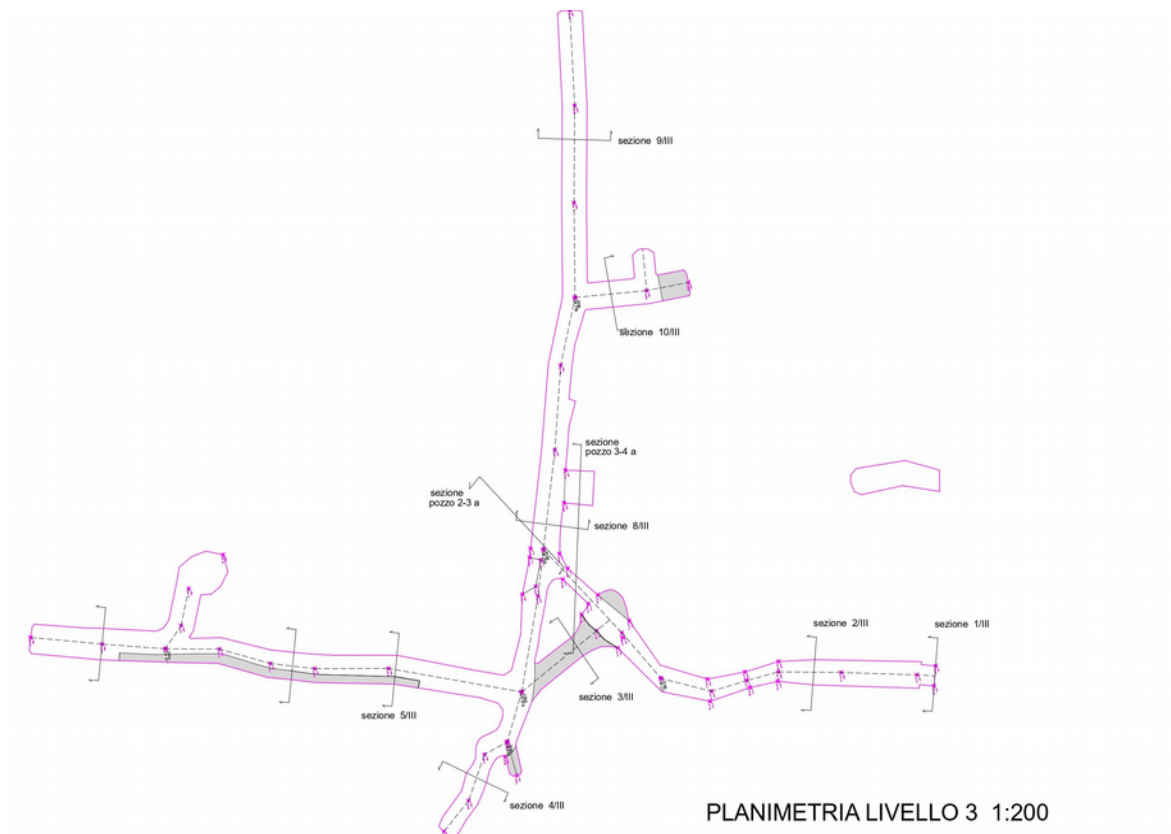
Il percorso in sotterraneo è spartano, con fondo irregolare e possibile presenza di fango e piccole pozze d'acqua.

Non ci sono altri punti di illuminazione, pertanto la visita si svolge con la sola luce frontale in dotazione personale.

La visita permette di raggiungere la sommità del pozzo 1 e la base del pozzo 2.

Per i gruppi in VISITA STANDARD PLUS è previsto il rientro lungo lo stesso itinerario, mentre i gruppi in VISITA ADVENTURE proseguono con il percorso avventura, con il passaggio da pozzo 1 a pozzo 2, senza la visita al livello.

La scaletta/via ferrata permette anche qui, come nella part precedente, la risalita al livello superiore attraverso un fornello inclinato lungo 25 m, continuazione di quello inferiore (quindi sono necessarie attrezzatura da via ferrata e formazione dei visitatori).



LIVELLO 3 BIS – quota 896

Note: questa galleria intermedia non è visitabile, in quanto presenta sviluppo ridotto e assenza di punti di interesse; viene attraversata dai soli gruppi in VISITA ADVENTURE.

Il pozzo inclinato che collega livello 3 e livello 4 qui presenta un'interruzione, quindi può essere prevista una breve sosta di riposo (attrezzata con linea vita di sicurezza) durante la risalita (13 metri risaliti, altri 12 da percorrere).

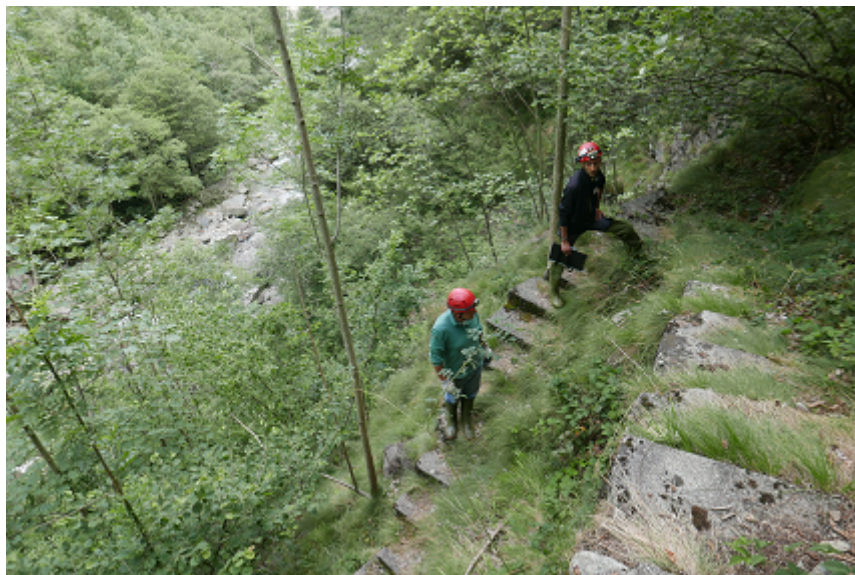


Foto 11 – l'esposto sentiero dei minatori che collega tutti i livelli di miniera

LIVELLO 4 – quota 908

Sviluppo: 0 metri

Note: Lo sbocco del pozzo 2 si trova a 2 metri dall'imbocco destro del livello.

L'intero livello non sarà reso visitabile, ma verranno posizionate due chiusure permanenti nelle gallerie che si dipartono dall'imbocco destro: esse saranno montate a distanza sufficiente dall'uscita del pozzo per garantire la mobilità dei visitatori e di eventuali squadre di soccorso.

Percorso di rientro con discesa all'esterno su sentiero esposto.

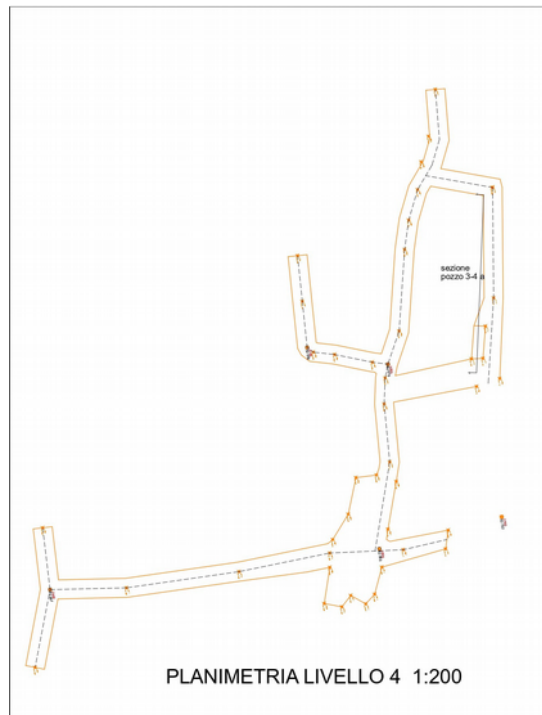
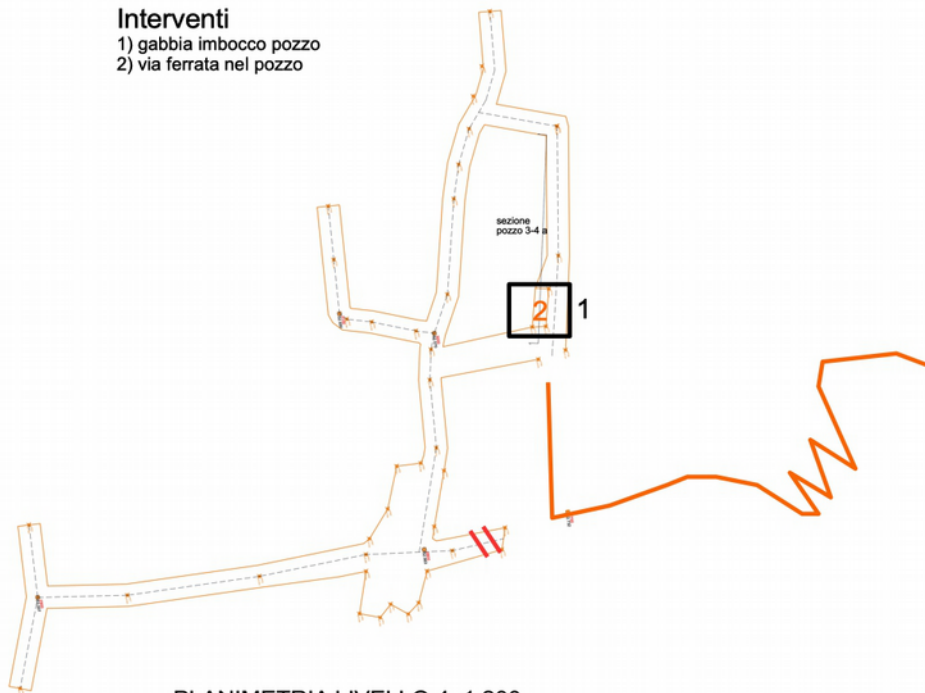


Foto 12 – gli imbocchi del livello 4

Interventi
1) gabbia imbocco pozzo
2) via ferrata nel pozzo



PLANIMETRIA LIVELLO 4 1:200

MODALITÀ DI VISITA

Per praticità, si riassumono i diversi percorsi previsti alla Miniera Gula, destinati al pubblico più diversificato in funzione dei gradi di difficoltà proposti.

1 - VISITA STANDARD: si svolge al livello 1, con casco e illuminazione frontale personale. Percorso con durata 45'. Gruppo di massimo 10 persone, accompagnate da 1 Guida.

2 - VISITA STANDARD PLUS: si svolge al livello 1 con le modalità della VISITA STANDARD, a cui si aggiunge la salita su scalinata al livello 2, con percorso di visita ai laghi e affaccio alla base del pozzo; uscita su medesimo itinerario. Quindi, salita al livello 3 ancora su scalinata esterna; attraversamento della passerella panoramica; visita alla sommità del pozzo 1 e alla base del pozzo 2; uscita su medesimo itinerario.

Percorso con durata 1h40'. Gruppo di massimo 7 persone, accompagnate da 1 Guida.

3 - VISITA ADVENTURE: si svolge al livello 1 e 2 con le modalità della VISITA STANDARD PLUS; prima del trasferimento al livello 2, presso la biglietteria i partecipanti indossano l'imbragatura per percorso avventura che si svolge attraverso il pozzo tra i livelli 2 e 3 e sul pozzo dal livello 3 al livello 4, con rientro su sentiero in discesa dal livello 4 al 3, attraversamento passerella e discesa su scalinata.

Percorso con durata 2h30'. Gruppo max di 6 persone, accompagnate da 2 Guide con formazione specifica per operatività in parchi avventura.

11. la verifica del potenziale accumulo di acqua nei cantieri minerari dismessi a quote superiori a quelle di intervento;

Si conferma dalle evidenze, anche recenti, che storicamente la galleria inferiore (livello 1) ha garantito e continua a garantire lo smaltimento regolare dell'acqua di miniera anche nel caso di abbondanti precipitazioni, seppure siano previsti appositi interventi di sistemazione delle canaline a lato gallerie per un migliore drenaggio delle stesse.

Gli accumuli d'acqua nei livelli superiori della miniera (in special modo al livello 2) sono legati allo storico stillicidio ed all'impermeabilità del fondo delle gallerie dovuta alla scarsa fratturazione, ma trattasi di laghetti compartimentati e controllati che non rappresentano alcun rischio per la sicurezza delle persone in sotterraneo. Sopralluoghi effettuati nel corso di 3 anni, in ogni stagione, anche successivamente a eventi meteorologici intensi, hanno permesso di verificare la stabilità del livello d'acqua presente in entrambe le pozze e l'assenza di qualsiasi segnale indicatore di piene o svuotamenti improvvisi.

ELENCO ALLEGATI:

TAVOLA 1 – RILIEVO TOPOGRAFICO GALLERIE EX MINIERA DELLA GULA –
planimetria generale

TAVOLA 2 – RILIEVO TOPOGRAFICO GALLERIE EX MINIERA DELLA GULA –
planimetrie Livelli 1, 2, 3 e 4

TAVOLA 3 – RILIEVO TOPOGRAFICO GALLERIE EX MINIERA DELLA GULA – sezioni
gallerie

TAVOLA 4 – RILIEVO TOPOGRAFICO GALLERIE EX MINIERA DELLA GULA – sezioni
pozzi

ELABORATO 2 – PLANIMETRIE SINGOLI LIVELLI CON INTERVENTI DI
SISTEMAZIONE E ALLESTIMENTO – progetto definitivo

ELABORATO 3 – COMPUTO METRICO ESTIMATIVO INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E
ALLESTIMENTO – progetto definitivo

Allegato A – Schema di Documento di Valutazione dei Rischi – D.V.R.

I tecnici

Ing. Claudia Chiappino

Dott. Geol. Enrico Zanoletti

