

**ENERGIA MINERALS ITALIA S.R.L.**



**ISTANZA DI RINNOVO DELLA CONCESSIONE MINERARIA  
DENOMINATA "MONICA"**

**COMUNI DI OLTRE IL COLLE, ONETA E GORNO - PROVINCIA DI BERGAMO  
MINIERE DEL COMPLESSO MINERARIO RISO/PARINA -**



**RG01 RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI PROGETTO**

**RAGGRUPPAMENTO DI PROGETTAZIONE RTP**

**20/12/2019**



## SOMMARIO

1	Introduzione e background del progetto .....	6
1.1	Introduzione .....	6
1.2	Terminologia utilizzata .....	6
1.3	Ubicazione del progetto .....	7
1.4	Piano di sviluppo della miniera e fasi previste .....	8
2	Geologia e Risorsa Mineraria .....	13
2.1	Storia dell'attività estrattiva e dell'esplorazione .....	13
2.2	Assetto attuale del comparto minerario di concessione.....	14
2.3	Pertinenze minerarie .....	17
2.4	Assetto geologico.....	21
2.5	Mineralizzazione.....	22
2.6	Esplorazione/Definizione della risorsa mineraria iniziale .....	25
2.7	Stima e modellizzazione della "Colonna Zorzone" .....	27
2.8	Risorse aggiuntive .....	31
2.9	Risorse complessive.....	34
3	Piano minerario .....	36
3.1	Introduzione .....	36
3.2	Lavori storici.....	38
3.2.1	Tunnel Forcella.....	39
3.2.2	Tunnel Riso-Parina.....	39
3.3	Infrastrutture .....	42
3.3.1	Cantiere operativo in località Cà Pasi (Oltre il Colle).....	42
3.3.2	Rete elettrica: potenza fornita.....	43
3.3.3	Strade di accesso .....	43
4	Metodo di estrazione .....	44

4.1	Long Hole Open Stoping (LHOS) - descrizione .....	45
4.2	Riempimento: considerazioni .....	46
4.3	Camere e pilastri (o Diaframmi).....	47
4.4	Considerazioni sulla scelta dei metodi di coltivazione utilizzati.....	47
5	Ottimizzazione dei vuoti minerari.....	49
5.1.1	Introduzione.....	49
5.2	Risultati ottenuti dal MSO .....	50
5.3	Progettazione dei vuoti minerari.....	50
5.3.1	LHOS (“Long Hole Open Stoping”).....	50
5.4	Sequenza di coltivazione .....	53
5.5	Schemi di volata .....	54
5.6	Camere e pilastri .....	58
6	Caratteristiche e utilizzo delle sostanze esplosive per la coltivazione.....	60
7	Sviluppo e produzione della miniera: rappresentazioni schematiche .....	63
7.1	Sequenza di coltivazione .....	66
7.1.1	Dati .....	66
7.1.2	Risultati .....	67
8	Geotecnica.....	69
8.1	Introduzione .....	69
8.2	Caratterizzazione dei suoli di progetto .....	69
8.2.1	Caratterizzazione geotecnica preliminare per la progettazione del cantiere operativo (Località Cà Pasi) .....	70
8.3	Caratterizzazione geotecnica-geomeccanica degli ammassi rocciosi.....	75
8.3.1	Introduzione.....	75
8.3.2	Prove di laboratorio .....	75
8.3.3	In situ stress .....	76
8.3.4	Rischio sismico.....	77
8.4	Classificazione dell’ammasso roccioso .....	78

8.4.1	Strutture geologiche principali .....	82
8.5	Domini geotecnici.....	83
8.6	Proprietà dei materiali.....	86
8.7	Considerazioni geotecniche per il piano minerario .....	89
8.8	Modellizzazione numerica.....	90
8.9	Stabilità dei pilastri .....	91
8.10	Stabilità delle infrastrutture.....	94
8.11	Subsidenza superficiale.....	97
8.12	Sistemi di supporto.....	97
9	Idrogeologia .....	100
10	Gestione del materiale .....	100
11	Ripiena.....	103
12	Mezzi mobili.....	105
13	Personale .....	107
14	Impianto di trattamento del minerale .....	108
14.1	Introduzione .....	108
14.2	Frantumazione e cernita .....	111
14.3	Circuito di macinazione .....	112
14.4	Flottazione.....	113
14.5	Ciclo dell'acqua nella laveria.....	116
14.6	Sistemi idrici .....	117
15	Servizi.....	118
15.1	Introduzione .....	118
15.2	Infrastrutture in superficie.....	118
15.2.1	Uffici.....	118
15.2.2	Spogliatoi.....	118
15.2.3	Officina .....	118
15.2.4	Piattaforma per il lavaggio delle auto di servizio .....	118

15.2.5	Comunicazioni.....	119
15.2.6	Strade e parcheggi.....	119
15.3	Ventilazione .....	119
15.3.1	Criteri di progettazione .....	119
15.3.2	Circuito di ventilazione primaria .....	120
15.3.3	Modellizzazione della ventilazione .....	121
15.3.4	Ventilazione secondaria.....	122
15.3.5	Temperatura in miniera.....	122
15.4	Corrente elettrica.....	123
15.5	Acqua .....	123
15.5.1	Sorgenti d'acqua .....	123
15.5.2	Sistema di ricircolo .....	126
16	Analisi economica .....	126
16.1	Conclusioni: .....	130

## • Documento di controllo e di sintesi

Lavoro:	K:\Dropbox (Hattusas)\EMI-AZI_Concessione Monica_VIA\_____DOCUMENTAZIONE TECNICO AMMINISTRATIVA\RG01___Relazione illustrativa di Progetto.docx
Stato:	Copia finale
Responsabile di progetto:	Dr. Geol. Marcello De Angelis
Responsabile interno	Andrea Gritti, Fabio Baio, Claudia Chiappino
Titolo:	Rinnovo Concessione Mineraria denominata "Monica"
Autore/i e coordinatori documento:	Fabio Baio, Ing. Claudia Chiappino, Dr. Andrea Gritti
Cliente:	Energia Minerals Italia S.r.l.
Contatto clienti:	
Data di emissione:	19/12/2019
No. di copie:	1 PDF
Numero pagine:	133
Ultima stampa:	19/12/2019 10:03:00
Ultimo salvataggio:	Andrea Gritti
Trasmissione:	Email
Ulteriori informazioni:	Copia di lavoro

Relazione di sintesi	
Parole chiave	Rinnovo concessione mineraria, Zinco, piombo, argento e associati, Energia Minerals
Riassunto	Istanza per il rinnovo della concessione mineraria Monica nei Comuni di Oltre il Colle, Oneta, Gorno, per zinco, piombo e associati. Relazione generale illustrativa di progetto.

Garanzia di qualità					
Autori	Revisione tecnica	Edito	Versione documento	Approvato per emissione	
				Date	Firma
Fabio Baio, Claudia Chiappino, Andrea Gritti	AG		FD_01	20/12/19	

## 1 Introduzione e background del progetto

### 1.1 Introduzione

Il “Gorno Zinc Project” è situato in provincia di Bergamo a circa 90 Km in direzione Nord-Est rispetto a Milano e circa 40Km a Nord di Bergamo.

Il progetto è controllato e gestito da Alta Zinc Limited attraverso la sua filiale italiana Energia Minerals Italia s.r.l. (EMI).

EMI è titolare di 4 permessi di ricerca mineraria nel distretto di Gorno e di una concessione mineraria (“Concessione Monica”).

Alta Zinc è una società registrata nella borsa Australiana (“Australian Securities Exchange”).

### 1.2 Terminologia utilizzata

**EMI:** Energia Minerals Italia

**SAMIM:** Società Mineraria a partecipazione statale che ebbe in gestione le miniere di Gorno fino alla chiusura nel 1980.

**JORC:** Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves.

**LHOS:** Long Hole Open Stopping (Sistema di coltivazione mineraria impiegato prevalentemente nel presente progetto).

**MSO:** Datamine’s Mineable Shape Optimiser (MSO)

### 1.3 Ubicazione del progetto

Bergamo con una popolazione di circa 120.000 abitanti è la quarta città più grande in Lombardia ed è il capoluogo dell'omonima provincia.

Bergamo è ben collegata a molte città italiane grazie all'asse autostradale A4 che si estende sia in direzione di Torino che in direzione di Venezia. Vicino alla città si trova l'aeroporto internazionale di Orio al Serio che è il terzo più trafficato d'Italia dopo Milano Malpensa e Roma Fiumicino. Bergamo è anche la seconda città più visitata in Lombardia dopo Milano.

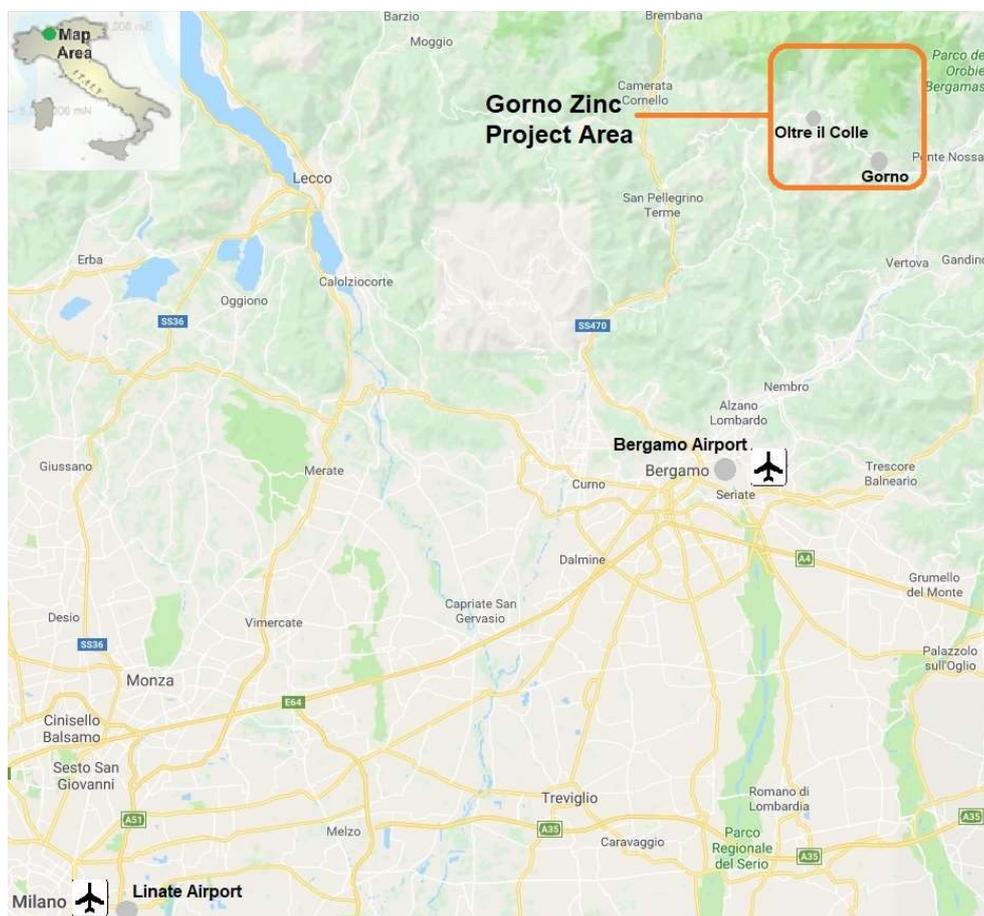


Figura 1-1: Localizzazione del "Gorno Zinc Project".

Il progetto è situato nelle Prealpi Orobic che rappresentano la parte meridionale delle Alpi Centrali; la topografia varia da una quota minima di 550 m ad una massima di 2500 m sul livello del mare.

L'area in cui ricade il progetto è facilmente raggiungibile con un'ora di macchina da Bergamo e circa due ore da Milano, risalendo lungo la Val Brembana oppure la Val Seriana.

La zona in cui si trova il progetto è caratterizzata da un paesaggio rurale nelle quote più elevate, mentre centri industrializzati si trovano al fondovalle, come per esempio a Ponte Nossa dove è presente un impianto di raffinazione di fumi industriali.

Le montagne interessate (monte Arera, monte Menna e monte Grem) presentano una combinazione di boschi prevalentemente a conifere e faggi che lasciano posto a pascoli all'aumentare della quota.

L'area interessata dal progetto può essere schematicamente divisa in due:

- Area estrattiva: situata nel comune di Oltre il Colle (località Ca Pasi)
- Area di trattamento del minerale: situata nel comune di Gorno (località Riso).

L'imbocco principale della miniera si trova a circa 4Km a nord del centro abitato di Oltre il Colle distante 37Km da Bergamo e raggiungibile dal capoluogo di provincia tramite la SS470 (Val Brembana) e la SP27 (Val Serina) in circa 55 minuti, oppure tramite la SS671 (Val Seriana) e la SP46 (Val del Riso) in circa 70 minuti.

#### 1.4 Piano di sviluppo della miniera e fasi previste

La miniera Monica verrà sviluppata secondo una logica sequenza di fasi legate all'attuale conoscenza del giacimento ed alla sua morfologia, nonché alla necessità di realizzare infrastrutture ed impianti per l'efficace sfruttamento della risorsa.

La vita produttiva della miniera al momento della redazione del presente progetto è ipotizzata su 18 anni, più che sufficienti per ammortizzare i cospicui investimenti previsti per la messa in funzione della miniera, la coltivazione e la lavorazione del minerale; si auspica tuttavia il prolungamento dei lavori in funzione delle campagne di ricerca che verranno avviate sia contestualmente alla produzione in fase 2, sia in fase 3.

Il piano di tracciamento, sviluppo, coltivazione e ripristino della miniera prevede essenzialmente 3 fasi, in sintesi sviluppate come segue e successivamente richiamate nel testo:

- Fase 1 - in questo periodo iniziale di durata temporale pari a circa tre anni verranno realizzate le opere e i lavori così detti "preparatori" per l'esercizio della coltivazione, quali la preparazione dei tunnel di servizio, la realizzazione delle camere per la prima cernita, l'approntamento del piazzale di servizio di Cà Pasi, l'adeguamento di parte della viabilità, il ricondizionamento del tunnel di

carreggio Riso-Parina e la realizzazione dell'impianto di flottazione dove previsto; per quest'ultimo, comprendendo anche le procedure autorizzative ed ambientali propedeutiche al libero utilizzo dell'area;

- Fase 2 - qui si prevedono la coltivazione vera e propria della miniera con successiva lavorazione del minerale fino al prodotto finito, per cui si stima un piano complessivo di 15 anni, comprendenti anche il ripristino con ripiena dei vuoti di coltivazione man mano esauriti. Contestualmente, contemporaneamente alla vita produttiva della miniera, sono previste ulteriori attività di esplorazione a scadenza pluriennale, dove attraverso indagini e carotaggi esplorativi verranno indagate le aree geograficamente poste ad est degli attuali target mineralizzati oggetto della coltivazione;
- Fase 3 - si prevedono successive campagne di indagine e ricerca per cui, in continuità con le attività già effettuate ed in itinere nei Permessi di Ricerca Parina-Vedra, si proseguirà (entro il perimetro di concessione od eventualmente in altri ambiti esterni con la richiesta di ulteriori, relativi permessi), con le attività di esplorazione funzionali a definire la presenza di ulteriori pannelli mineralizzati e sfruttabili con un piano minerario. A tal proposito, considerando la naturale scadenza dei permessi Parina-Vedra, prevista ad Aprile 2020, la Società intende dare la necessaria continuità alla ricerca, attraverso un programma lavori triennale, nell'ambito di un nuovo permesso di ricerca denominato "Cime", ricompreso nell'attuale perimetro di concessione. Tale permesso, la cui istanza per il rilascio è già da tempo avviata presso gli enti competenti, assicurerà la continuità delle attività di ricerca, anche durante il periodo transitorio necessario per l'ottenimento del rinnovo di Concessione. Nella sostanza, dunque il nuovo permesso, prevederà attività di ricerca tese a consolidare e sviluppare la risorsa disponibile, che verranno pianificate e sviluppate mediante programmi lavori su base annuale.

Nel progetto presentato, si è ritenuto di impostare il piano di miniera con differente dettaglio, in relazione al grado di conoscenza del giacimento al momento disponibile:

1. la prima risorsa sfruttabile, la cosiddetta "Colonna Zorzzone", meglio indagata e già oggetto di codifica JORC con relativa quotazione in borsa, sarà coltivata nei primi anni di vita della miniera, permettendo l'avvio della produzione in tempi relativamente rapidi;
2. le cosiddette "Estensioni" (descritte in dettaglio nei paragrafi dedicati), contigue al giacimento primario ed indagate con un buon grado di dettaglio, ma non ancora qualificate secondo i codici internazionali per una semplice sequenza logica di investimenti, saranno attaccate all'esaurimento della Colonna Zorzzone, con priorità da stabilirsi sulla base delle future conoscenze.

Come già descritto nella Fase 3, è stato infatti autorizzato nell'estate 2019 il programma lavori relativo al Permesso Parina, per la nuova campagna di sondaggi prevista per il novembre 2019 (contestualmente alla presentazione di questo progetto).

In particolare, tale campagna permetterà di confermare la consistenza e la qualità del giacimento nella sua globalità, consentendo alla Compagnia di certificare per le quotazioni in borsa anche le "estensioni".

**SVILUPPO DELLA MINIERA**



*Figura 1-2: Digramma di Venn con schematizzazione dello sviluppo della miniera con le tre fasi interagenti*

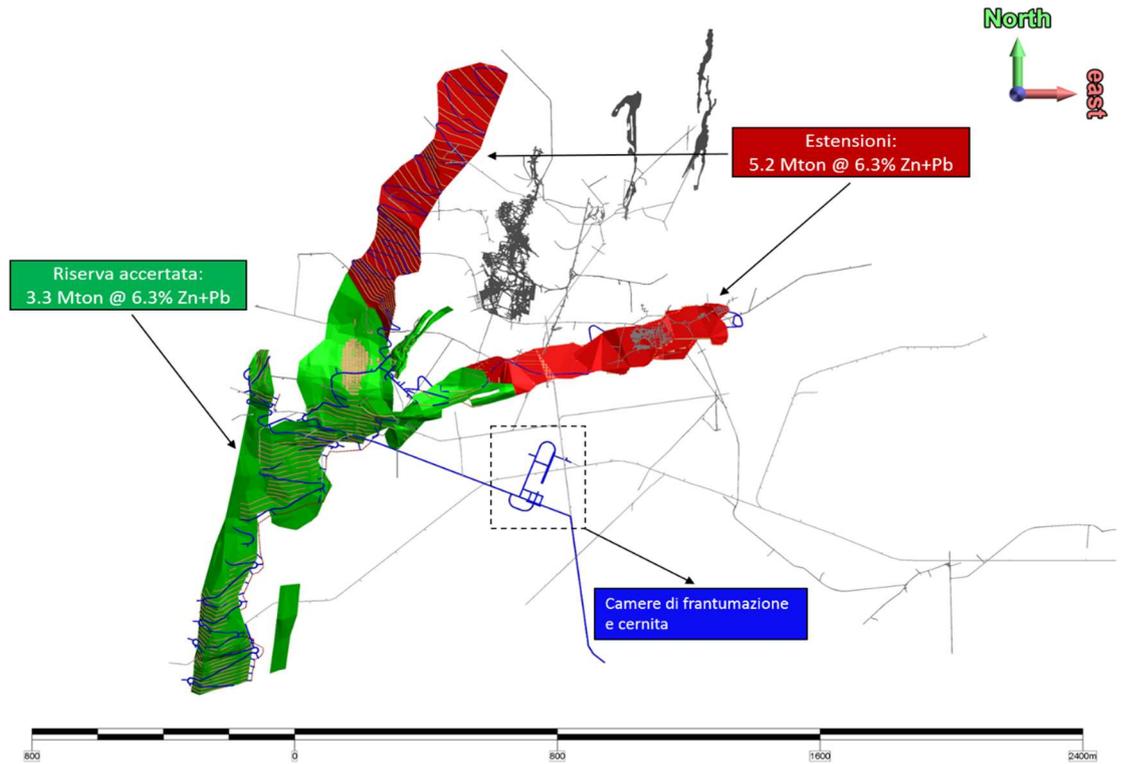


Figura 1-3: Schema del giacimento, con la Colonna Zorzone e le così dette “Estensioni”

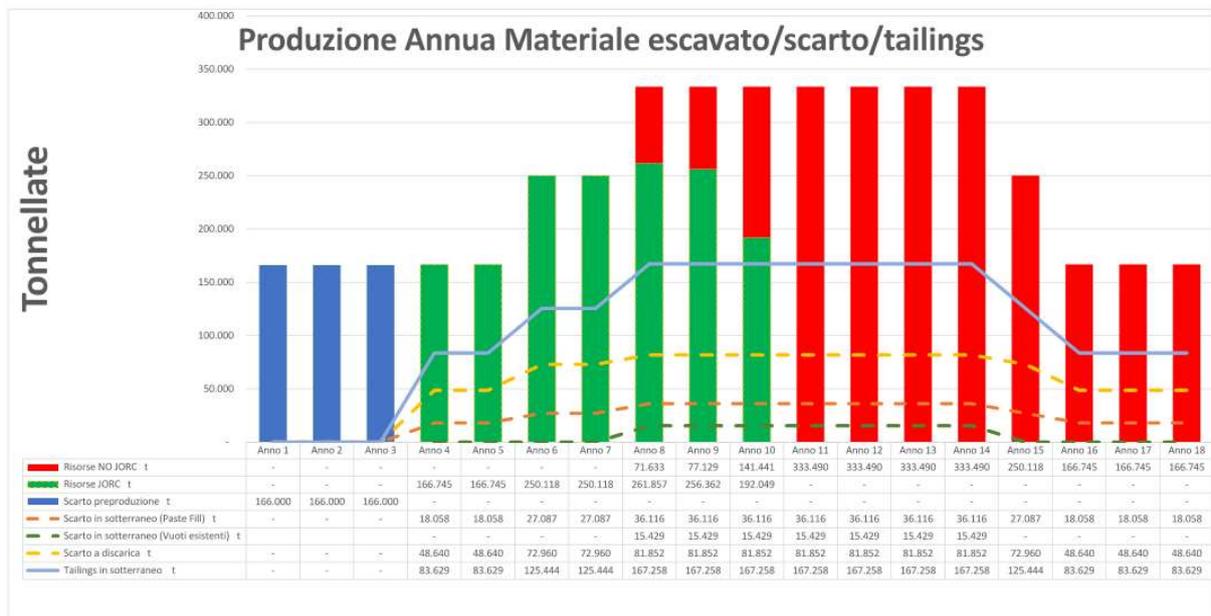


Figura 1-4: Rappresentazione delle fasi in funzione della risorsa JORC e non-JORC

Nota bene: la struttura della miniera è concepita per l’ottimizzazione degli scavi e delle infrastrutture sin dall’inizio: l’accesso diretto alla Colonna Zorzone (galleria Cà Pasi e

rampa/discenderia fino al livello Riso-Parina) costituisce la vera spina dorsale della miniera, sulla quale saranno impostate anche le successive coltivazioni con relativa logistica.

## 2 Geologia e Risorsa Mineraria

### 2.1 Storia dell'attività estrattiva e dell'esplorazione

L'attività estrattiva e la ricerca mineraria nella zona di Gorno iniziarono circa 2500 anni fa in tempi pre-Romani e finì intorno al 1980. L'estrazione moderna di zinco e piombo in questo distretto minerario iniziò nel 1888 grazie alla English Crown Spelter. Varie compagnie si susseguirono negli anni per sfruttare il giacimento in sottterraneo. La SAMIM (sussidiaria del gruppo ENI-Agip), ultima concessionaria, realizzò una vasta campagna di esplorazione mediante la creazione di nuovi tunnel e diversi chilometri di carotaggi.

La risorsa stimata al momento della chiusura della miniera era superiore di 3 Mt (localizzata principalmente al "Pannello 7", oggi rinominato "Colonna Zorzone") con altre aree con alto potenziale esplorativo che non furono ben quantificate.

Dopo un'attenta valutazione della documentazione storica disponibile presso l'archivio di stato a Bergamo e presso l'ecomuseo di Gorno, EMI acquisì la concessione mineraria "Monica" dai precedenti concessionari (Bergem Mines & Tech srl, Decreto n. 845 del 06/02/2015).

EMI cominciò nel 2015 la campagna esplorativa nell'area focalizzando così gli interessi aziendali primari unicamente sul "Gorno Zinc Project".

La prima parte di lavori svolti sul campo da EMI riguardò la riabilitazione dei tunnel esistenti, la mappatura geologica in sottterraneo e la definizione della risorsa mineraria "Colonna Zorzone" mediante un programma di carotaggi esplorativi. Una prima risorsa fu calcolata nel Marzo 2016, poi aggiornata nel 2017, dopo la fine della seconda fase di carotaggi esplorativi (realizzati a partire dalla nuova discenderia esplorativa, lunga 590 m, scavata da Dicembre 2015 ad Aprile 2016) si giunse in tal modo ai quantitativi confermati e validati in prima battuta dalle certificazioni JORC (richieste dalle Borse internazionali) di 3.3Mt, con tenore pari a 6,2% in (Zn+Pb) e 27 g/t Ag.

Negli ultimi anni EMI ha lavorato meticolosamente sull'identificazione di nuove aree ad elevato potenziale minerario, avvalendosi di lavori di mappatura in sottterraneo, campionamento, rilievo geofisico nonché analisi dei carotaggi storici disponibili.

L'analisi approfondita ha consentito di identificare due gruppi di cosiddetti "target esplorativi" (le cosiddette "estensioni della Colonna Zorzone" e "Pian Bracca", meglio descritte in seguito) con un potenziale complessivamente stimato di 5,1 Mt con tenore pari a 6/7% di (Zn+Pb).

Queste considerazioni hanno permesso pertanto alla Compagnia di sviluppare il presente progetto minerario, potendo contare su un giacimento complessivo pari a 8,4 Mt (3,3 già "certificate" + 5,1 accertate), tale da giustificare ed ammortizzare ampiamente l'importanza degli investimenti previsti.

Come già anticipato, il progetto prevede di iniziare lo sfruttamento a partire dalla "Colonna Zorzone", per poi estendersi nei corpi mineralizzati confinanti "Estensioni Zorzone e "Pian Bracca".

Due sono infatti le aree di particolare interesse giacimentologico ("Pian Bracca" e "Arera"), mineralizzate lungo un sistema di faglie e sovrascorrimenti che hanno favorito l'accumularsi di mineralizzazione aumentando così il potenziale tonnellaggio dei target esplorativi.

## 2.2 Assetto attuale del comparto minerario di concessione

Il comparto minerario Oltre il Colle Oneta Gorno nel suo complesso è sviluppato storicamente su circa 250 km di gallerie, organizzate su livelli diversi.

Nel dettaglio, la concessione mineraria Monica, pur sviluppandosi negli stessi comuni, ricomprende uno sviluppo più limitato, collocandosi nel contesto orografico Parina-Vedra tra il Monte Menna ed il Monte Arera, con attraversamento della valle del Riso lungo la storica galleria di carreggio denominata "Riso-Parina".

La Riso-Parina, avente sviluppo lineare complessivo di circa 11 km, già in passato utilizzata con funzione di uscita a giorno della miniera, di fatto è destinata anche per il futuro a collegare le aree di coltivazione a monte con le zone destinate al recapito del minerale, con previsione di nuova realizzazione degli impianti di flottazione (Laveria).

La logica della miniera qui progettata, come già detto, è infatti quella di ottimizzare scavi e logistica, impostandosi fin da subito sulla conformazione delle infrastrutture (gallerie, pozzi ed impianti) definitiva.

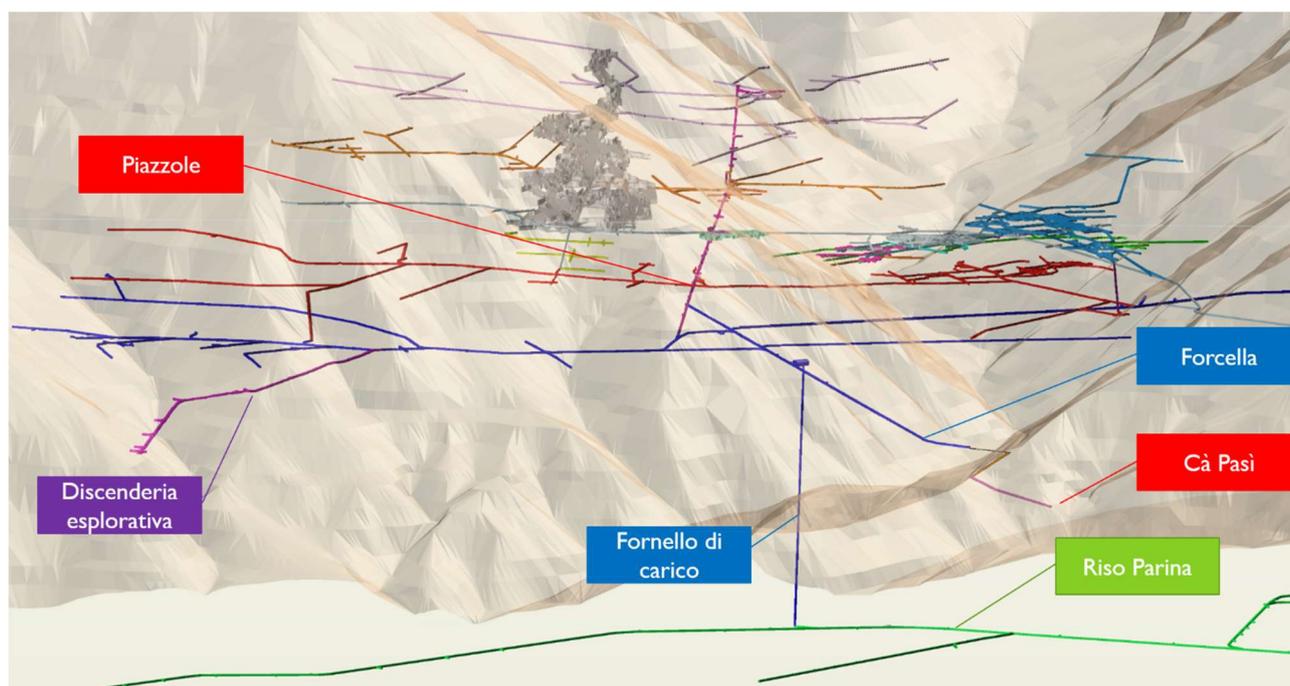
L'ambito minerario direttamente interessato dalla futura coltivazione si colloca nel comparto territoriale della frazione di Zorzone (Oltre il Colle); tale settore delle miniere è organizzato storicamente su una serie di così detti "livelli" denominati con toponimo e relativa quota di riferimento del piano sul livello del mare.

La pertinenza mineraria del piazzale logistico di Cà Pasì consente l'accesso al livello Forcella 940, da dove è possibile raggiungere la discenderia esplorativa e il punto di attacco della coltivazione della "Colonna Zorzone" (come abbiamo visto, la prima ad essere sfruttata).

Il livello Forcella 940 è collegato ai livelli inferiori con un pozzo del diametro di circa 2,4 metri avente uno sviluppo verticale di circa 300 metri, fino a raggiungere il piano 600 della galleria di carreggio “Riso Parina”.

In senso ascendente il raggiungimento di ulteriori zone funzionali alla vita della miniera avviene attraverso una scala di rimonta denominata “Scala santa”, che collega nell’ordine i seguenti livelli:

LIVELLO	QUOTA (m. s.l.m.)	COLORE
Riso Parina	600	Verde
Forcella	940	Blu
Piazzole	990	Rosso
Parina	1040	Verde chiaro
Ponente	1070	Giallo
Cascine	1120	Purpureo
Malanotte	1150	Magenta



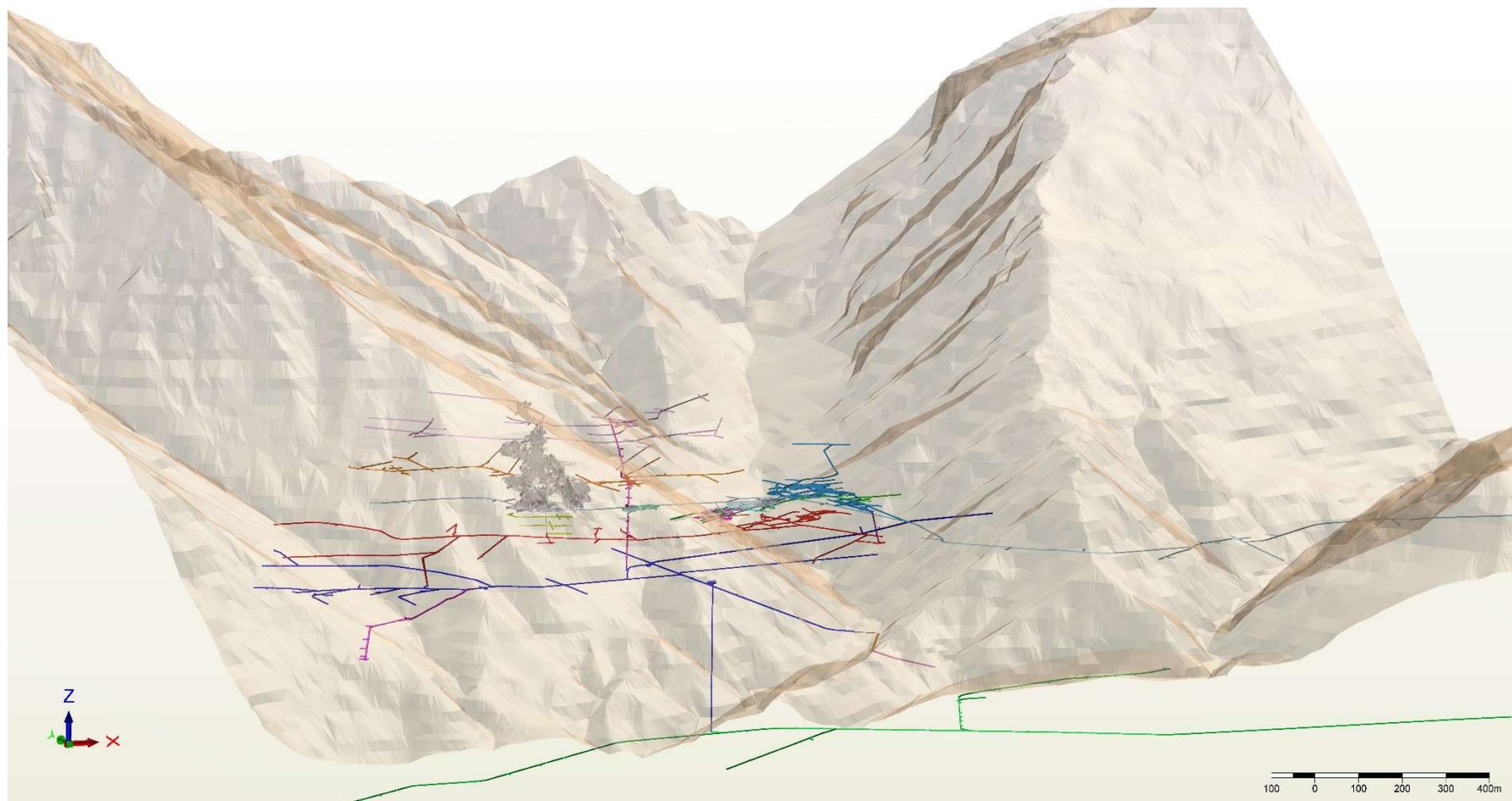


Figura 2-1: Prospettiva assometrica dei livelli minerari ne settore di Zorzone (Parina-Vedra)

## 2.3 Pertinenze minerarie

Con riferimento alle miniere, a norma dell'art. 23 della legge mineraria (Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443), sono definite pertinenze della miniera stessa gli edifici, gli impianti fissi interni o esterni, i pozzi, le gallerie, nonché i macchinari, gli apparecchi e gli utensili destinati alla coltivazione della miniera, le opere e gli impianti destinati all'arricchimento del minerale.

La legge mineraria accomuna in unica nozione le pertinenze vere e proprie con cose, quali pozzi o gallerie, che essendo incorporate nel giacimento, tecnicamente non sono distinguibili da esso, e non potrebbero avere una propria individualità; è da ritenere correttamente che la legge abbia voluto considerare il complesso minerario nella sua unitarietà, organizzato per l'esercizio dell'impresa mineraria.

In via generale, le pertinenze minerarie, essendo cose destinate in modo durevole al servizio della miniera, seguono la sorte giuridica della medesima finché questa esiste come giacimento (minerale utile e minerali di paragenesi) concretamente coltivabile; e poiché la miniera appartiene al patrimonio indisponibile pubblico a tale patrimonio vanno ascritte le pertinenze.

Con il termine “pertinenze principali” si intendono quindi quelle nevralgiche, indispensabili per la coltivazione del giacimento e la produzione del minerale/metallo in concessione: il pozzo principale, le gallerie di carreggio, le strutture principali degli impianti di flottazione e arricchimento, gli impianti che comportano l'impiego di tecnologie complesse con relativi fabbricati principali, e comunque i fabbricati e gli impianti la cui autorizzazione all'utilizzo è soggetta a V.I.A.

Con il termine “pertinenze secondarie” sono definite tutte le strutture accessorie alle precedenti: fornelli, discenderie, gallerie, valli, argini, vasche, cabine elettriche, impianti di pesatura, trasporto, frantumazione, selezione, ricovero e relative strutture e fabbricati, strutture e fabbricati di servizio, viabilità interna e di accesso ed in generale fabbricati manufatti ed impianti che non costituiscono “pertinenze principali”.

A tal proposito, vale la pena qui ricordare che l'ultima ricognizione nota sulle pertinenze minerarie della Concessione “Monica” risale ad aprile 2008, quando a seguito di verifiche sui luoghi, queste sono state rilevate ed elencate, con apposito verbale del 07/04/2008 dall'Agenzia del Demanio con prot. 2008/9573 qui allegato.

MINIERA "MONICA" - PERTINENZE e CONSISTENZA - data: 19.01.2006											
Cod. Com.	N.	DESTIN.	DENOMINAZIONE	PERTINENZE			DATI CATASTALI			CONSISTENZA	
				De Intend. Finanza a MICA e a SIM	De MICA e Intend. Finanza e a Cattinico	Pertinenza allegato "g" del 23.12.87	Pertinenza elenco del 10.03.93	Fabbricati n° part.	Terreni Foglio n° part.		
GO	01	Industriale	Laveria - loc. Riso	x	x			2609 2783 1043 2773		Strutture fatiscenti con parte di tetto sfondato. Vecchi macchinari non utilizzabili. Fabbricato sul mappale 2773 può essere stralciato richiesta in quanto non utilizzabile.	
GO	07	Industriale	Piazzole macchinari con polveriera e casa custode - loc. Riso	x	x			2755/1 2755/2 2754 2756 2757 2758 2759	9 9 9	2301 2132 889	Appartamento custode e diversi locali da poter utilizzare previa ristrutturazione generale, come uffici, officina magazzino, spogliatoio, lampisteria. Tettoia chiusa adibita a piano di carico in ferro da ristrutturare.
GO	08	Industriale	Fabbricato località Selvatici	x						1530	Fabbricato con struttura fatiscente.
GO	09	Industriale	Baracca a discenderia Selvatici	x							Fabbricato in muratura fatiscente contenente argani discenderia inutilizzabile.
GO	10	Industriale	"Palazzo Campello" - Direzione, abitazioni, magazzini autotrasporto		x			2315/1			Fabbricati contigui con struttura fatiscente non arretrati
OC	06	Industriale	Magazzino, compressore, cab. Elettrica - loc. Vedra - Forcella	x				1377/2		2014	Fabbricato con struttura fatiscente non arredata.
OC	07	Industriale	Baracca uso forgia - loc. Vedra - Forcella	x							Fabbricato con struttura fatiscente
OC	08	Industriale	Baracchino per argano - loc. Piazza - Ponente	x				1669			Baracca in legno fatiscente con macchinari inutilizzabili. Componenti, macchinari, cabine elettriche, impianti e tubazioni acqua e aria compressa, linee di trasporto distribuzione asportati e nelle poche parti esistenti inutilizzabili.

Figura 2-2- Estratto parziale del verbale Agenzia del Demanio del 07/04/2008

Sarà dunque fondamentale aggiornare, a valle della nuova Concessione Mineraria Monica qui progettata, l'elenco delle pertinenze minerarie sulla base delle nuove strutture ed infra-strutture previste per lo sviluppo complessivo del presente progetto.

In Tabella 1 è riportato un elenco ragionato delle pertinenze utili al rinnovo-ampliamento della concessione Monica: vengono dunque confermate nella sostanza le pertinenze già incluse nella verifica di consistenza del 2008, ad esclusione delle strutture di loc. Campello e del fabbricato in Loc. Selvatici. A quanto già descritto, in aggiunta come pertinenza di miniera viene ricompresa la strada di collegamento che conduce al cantiere di Ca' Pasi, incrociando sulla destra Via Capriana, che conduce alla frazione di Zorzone, evidenziata nella Figura 2-3- Individuazione pertinenza (tratto

rosso) da Via Capriana al Piazzale di Cà Pasi fondamentale per garantire l'accesso al ribasso Forcella per i lavori di preparazione mineraria.

	<b>DESTINAZIONE</b>	<b>DENOMINAZIONE</b>	<b>DATI CATASTALI</b> <b>N° particella</b>	<b>FOGLIO</b>
<b>1</b>	Industriale	Laveria Riso	2609, 2783, 1043, 2773	/
<b>2</b>	Industriale	Casa Custode, piazzole, loc. Riso in Comune di Gorno (Bg)	2755/1, 2755/2, 2754, 2756, 2757, 2758, 2759	/
<b>3</b>	Industriale	Magazzino, compressore, cab. Elettrica loc. Vedra in Comune di Oltre il Colle (Bg)	/	/
<b>4</b>	Industriale	Strada di collegamento tra Via Capriana in Comune di Oltre il Colle (BG) e il piazzale Ca Pasi	479, 689, 2496, 2497, 1063, 4282, 691, 483, 1093, 1094, 485, 695, 493, 3054, 1219, 1217	924,930
<b>5</b>	Industriale	Gallerie, pozzi utilizzabili per sviluppare tutte le attività previste negli elaborati predisposti per il rinnovo della concessione mineraria	/	/
<b>6</b>	Industriale	Baracca argano Loc. Piazza a Ponente in Comune di Oltre il Colle (Bg)	1669	/
<b>7</b>	Industriale	Baracca uso forgia loc. Vedra Forcella	/	/

*Tabella 1- Elenco pertinenze minerarie afferenti il rinnovo-ampliamento concessione mineraria*



Figura 2-3- Individuazione pertinenza (tratto rosso) da Via Capriana al Piazzale di Cà Pasi

## 2.4 Assetto geologico

L'area in cui si trova il "Gorno Zinc Project" è parte di una regione della Alpi meridionali che ha subito un intenso evento di subsidenza durante il Triassico. Ciò ha permesso la deposizione di spesse successioni sedimentarie (fino a 4Km in totale) in un ampio bacino. La sequenza triassica (circa 220-240 Ma) è interpretata come il risultato di deposizione di materiale di una vasta piattaforma marina poco profonda al margine del bacino e caratterizzata da sedimenti carbonatici.

Dal tardo Cretaceo fino all' Eocene-Miocene, la fase compressiva dell'orogenesi alpina causò la collisione tra la placca africana e quella europea, dando luogo alla formazione di un complesso sistema caratterizzato da sovrascorrimenti, faglie normali ed inverse. Nell'area di Gorno, in particolare, la vergenza generale è verso Sud.

La mineralizzazione è inclusa in tre delle dodici formazioni stratigrafiche triassiche presenti nella regione elencate di seguito dalla più giovane alla più vecchia:

- Formazione di Gorno: calcari micritici di colore nero in strati sottili (di spessore centimetrico o decimetrico), alternati a marne grigio-nerastre e siltiti.
- Calcare Metallifero Bergamasco: calcari neri ben stratificati a laminazione parallela nella parte inferiore; black shales contenenti mineralizzazione a Zn e Pb nella parte superficiale. Questa formazione è la più importante dal punto di vista economico-estrattivo.
- Formazione di Breno: calcari di colore chiaro in banchi di spessore metrico (fino a 1.5 m).

Tutte le unità stratigrafiche nella zona sono state deformate dall'attività tettonica durante l'orogenesi alpina. Sei unità strutturali sud-vergenti consistenti in pieghe e sovrascorrimenti sono state interpretate e numerate secondo la loro posizione strutturale. Le stesse risultano tagliate da tre sistemi di faglie trascorrenti a scala regionale: Faglia del Grem (NNO-SSE), Faglia Zuccone (NNE-SSO) e Faglia del Pezzel (NE-SO). Un sistema di faglie minori è inoltre presente in tutta la regione.

Sebbene l'assetto strutturale sia complesso sono stati svolti accurati studi. L'immersione generale degli strati nell'area del progetto è verso Sud con un'inclinazione media del 22°. Piegamenti locali hanno causato l'appiattimento o la verticalizzazione locale degli strati.

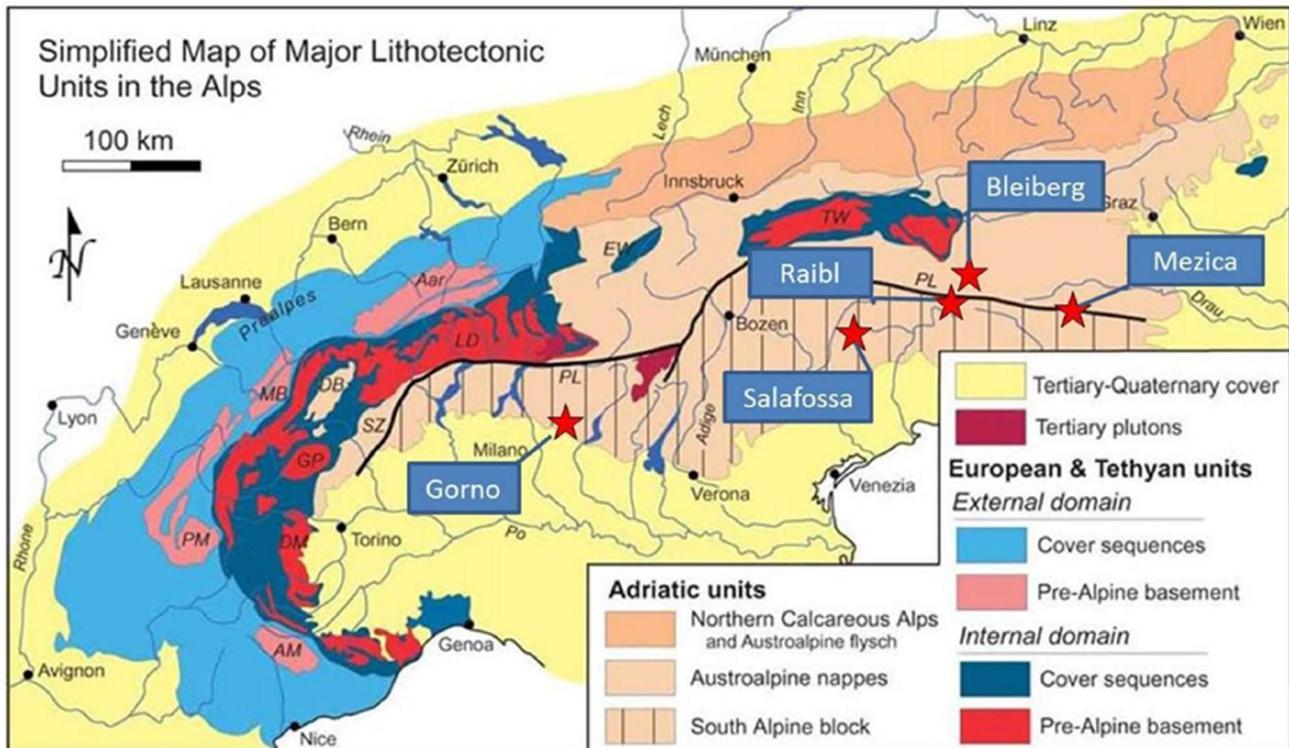


Figura 2-4: Principali lineamenti tettonici delle Alpi.

## 2.5 Mineralizzazione

I depositi piombo zinciferi del distretto minerario di Gorno sono classificati come MVT (Mississippi Valley Type). Essi sono epigenetici presentando in alcuni casi strutture di riempimento come cavità paleocarsiche e zone di faglia successive alla deposizione dei sedimenti. La mineralizzazione si è formata principalmente in un ambiente a basse temperature muovendosi preferibilmente all'interno delle formazioni di Gorno, Metallifero e Breno.

La sfalerite (ZnS) è il minerale più importante del giacimento dal punto di vista economico con presenza subordinata di galena (PbS) solitamente in un rapporto 4/5:1 Zn:Pb. L'argento (Ag) è per lo più associato alla galena. Sono presenti, inoltre, piccoli quantitativi di calcite e pirite all'interno della roccia incassante.

I tre principali tipi di mineralizzazione che sono stati osservati sono:

- Sfalerite massiva stratabound contenuta all'interno di black shales che si trovano al tetto del Calcarea Metallifero Bergamasco (per esempio nella "Colonna Zorzzone", nelle sue estensioni e nel target "Fontanone"),
- Mélange tettonico (breccia): si trova nelle zone di thrust; la mineralizzazione è contenuta nelle strutture tettoniche che hanno aumentato la porosità della roccia incassante. Questi corpi contengono frammenti di black shales mineralizzati (per esempio i target "Pian Bracca")

incluso il target “Arera Thrust”). Questo tipo di mineralizzazione è anche nota come “Stile Pian Bracca”,

- Cavità paleocarsiche: la mineralizzazione ha riempito cavità paleocarsiche presenti nel Calcere Metallifero Bergamasco (parte inferiore) e nella formazione di Breno



Figura 2-5: Esempio di mineralizzazione "stratabound" della "Colonna Zorzone".



*Figura 2-6: Mineralizzazione stile "Pian Bracca" presente nel mélange tettonico.*



*Figura 2-7: Mineralizzazione a riempimento di cavità paleo carsiche nella formazione di Breno.*

Durante il 2018, EMI ha commissionato all'università di Napoli uno studio sugli ossidi il quale ha dimostrato che gli stessi sono concentrati lungo le faglie e nelle cavità paleocarsiche, prevalentemente in minerali quali smithsonite, idrozincite, emimorfite, cerussite, anglesite e malachite. EMI ha sviluppato un modello basato sulla percentuale di ossidi che è all'interno del modello della risorsa "Colonna Zorzone".

## 2.6 Esplorazione/Definizione della risorsa mineraria iniziale

Come anticipato, il giacimento complessivo sfruttabile ad oggi, oggetto del presente progetto, ammonta a 8,4 Mton, ed è stato caratterizzato da diverse campagne di ricerca – con diverso grado di dettaglio - portate avanti nel tempo da EMI con criteri legati alle necessità anche strategiche della Compagnia.

La risorsa totale estraibile è costituita dalla "Colonna Zorzone" (la prima ad essere accertata e caratterizzata), successivamente integrata dalle "Estensioni Colonna Zorzone" e dalle aree mineralizzate di "Pian Bracca".

I dati utilizzati per la definizione della risorsa mineraria denominata "Colonna Zorzone" nel 2017 provengono principalmente da due fonti:

- Sondaggi a carotaggio continuo con recupero di carota completati da EMI in due stage tra il 2015 e il 2017 (totale di 156 sondaggi per 17.545 m);
- Carotaggi storici completati tra il 1973 e il 1980 recuperati negli archivi storici che comprendono:
- Carotaggi a distruzione di nucleo: 1,129 sondaggi per 23,980 m, tipicamente localizzati a intervalli di 5 o 10 m lungo segmenti mineralizzati di tunnel esplorativi.
- Sondaggi a carotaggio continuo con recupero di carota: 1.368 sondaggi per 43.634 m.

I dati forniti dai carotaggi esplorativi sono stati integrati con la mappatura geologica dei tunnel accessibili. EMI ha effettuato la riabilitazione degli accessi e dei tunnel a quota 940 e 990 m slm e ha scavato ex novo una discenderia esplorativa lunga 590 m per investigare con i carotaggi l'intera "Colonna Zorzone".

La Compagnia ha identificato e digitalizzato i documenti storici trovati negli archivi riguardanti le passate campagne esplorative svolte nel distretto minerario di Gorno.

Tutti i tunnel e i carotaggi storici sono stati rilevati e comprovati da EMI mediante rilievo topografico con stazione totale in modo da avere una corretta georeferenziazione delle aree d'interesse.

#### *Rilievo topografico*

Il sistema di riferimento di georeferenziazione utilizzato nell'ambito del progetto è WGS84 (UTM zona 32N). EMI si è avvalsa di consulenti abilitati che hanno rilevato i tunnel accessibili a quota 940 m e 990 m slm, così come i collars dei carotaggi svolti. In particolare è stato utilizzato il sistema RTK GPS per le aree esterne (cantiere e portali di accesso ai tunnel), effettuando un rilievo con stazione totale, per referenziare i tunnel in sotterraneo e i collars dei carotaggi e un sistema laser scanner per determinare il volume di alcuni vecchi vuoti minerari.

L'accuratezza di queste misure è entro un margine di 0.5 m di errore in latitudine, longitudine ed elevazione, mentre l'accuratezza dei vecchi tunnel digitalizzati (ma non rilevati) è intorno ai  $\pm 25$  m di approssimazione. Per quanto riguarda il tunnel "Riso-Parina" a quota 600 m slm è stata stimata un'accuratezza di  $\pm 10$  m.

Tutti i carotaggi esplorativi effettuati da EMI sono stati accuratamente analizzati dopo la perforazione.

#### *Dettagli sui carotaggi*

I carotaggi storici avevano dimensione AQ (27 mm di diametro), mentre i carotaggi EMI sono NQ (47.6 mm di diametro) e T2-66 (51.7 mm di diametro).

La media del recupero di carota per tutti i tipi di materiale è stata circa il 96.4%. Questo valore è anche il recupero medio per campioni mineralizzati con grado superiore all' 1% Zn.

#### *Registrazione e campionatura dei carotaggi*

Più di metà delle carote di EMI sono state orientate ed un rilievo Televiwer è stato svolto sul 27% dei carotaggi per ricavare dati sulle strutture geologiche.

Tutte le carote sono state analizzate dal punto di vista geologico e geotecnico e, in seguito, fotografate sia da asciutte che da bagnate.

Per quanto riguarda la campionatura dei carotaggi, le sezioni da analizzare sono state tagliate a metà mediante una taglierina a disco diamantato; una metà è stata inviata al laboratorio d'analisi e l'altra è stata conservata come campione di archivio. La metà carota inviata al laboratorio veniva

successivamente divisa in modo da rispettare i parametri di controllo qualità imposti dal codice JORC (“Joint Ore Reserves Committee” necessario per poter presentare i risultati al mercato azionario australiano).

#### *Analisi chimiche*

I campioni sono stati spediti ad un laboratorio ALS certificato nel rispetto di quanto richiesto dal codice JORC, unitamente a campioni sterili ed a standard di materiale pre-concentrato con elevati valori di Zn, utilizzati per verificare l’attendibilità delle analisi chimiche. Alcuni duplicati di campioni venivano inviati anche ad altri laboratori (sempre certificati JORC) per confermare i risultati ottenuti.

Lo scopo di questo controllo qualità era di fornire misure esatte in merito alla precisione e all’accuratezza del laboratorio. I risultati sono stati costantemente monitorati da EMI.

Infine i campioni di un quarto di carota sono stati sottoposti ad analisi chimiche, secondo le procedure ICP-AES e ICP-AAS.

#### *Risultati del controllo qualità*

Jorvik Resources nel Dicembre 2017 ha analizzato i dati di controllo qualità forniti da EMI confermandone la conformità con gli standard del codice JORC e dichiarando che non era presente alcun elemento carente nell’accuratezza delle analisi chimiche.

#### *Fori gemelli*

EMI ha dovuto ri-perforare tre sondaggi a recupero di carota e sette a distruzione di nucleo fatti in passato dalla SAMIM per poterli validare e quindi inserirli all’interno del calcolo delle risorse della “Colonna Zorzona”. Anche in questo caso Jorvik ha potuto affermare che non vi era alcuna discrepanza tra i sondaggi storici di quella zona e quelli moderni di EMI rendendo così utilizzabili tutti i risultati delle analisi chimiche dei sondaggi in quell’area.

In altre zone i carotaggi a distruzione di nucleo fatti in passato dalla SAMIM presentavano risultati diversi da quelli ottenuti da EMI e per questo motivo in queste aree i carotaggi storici sono stati utilizzati solo come linea guida per la definizione del modello 3D senza inserire alcun valore chimico (% Zn+Pb).

## **2.7 Stima e modellizzazione della “Colonna Zorzona”**

I risultati dei carotaggi svolti da EMI sono stati controllati attentamente e validati dal consulente “Jorvik Resources Pty Ltd” prima di essere utilizzati per creare un primo modello della risorsa

mineraria, utile a valutare la sostenibilità del progetto e ad individuare le tecniche di coltivazione applicabili in larga massima. I dati totali forniti da EMI per la creazione di un modello a blocchi della risorsa mineraria comprendono 325 sondaggi continui a recupero di carota (sia storici che moderni per un totale di 30,009 m) e 286 carotaggi storici a distruzione di nucleo (per un totale di 5,642 m). Tutto ciò è stato supportato da mappature geologiche sia storiche che moderne create dalla stessa EMI.

Il modello a blocchi creato da Jorvik è basato su informazioni provenienti da sondaggi aventi una maglia di spaziatura longitudinale e latitudinale di circa 50 m X 50 m. I domini mineralizzati sono stati definiti attraverso diciassette wireframes geologici anche questi forniti da EMI.

Il modello a blocchi è stato costruito usando il software “Vulcan”, creando celle 3D di 25 m X 25 m X 25 m con sotto celle 3D di 0.5 m X 0.5 m X 0.5 m.

La struttura geologica della “Colonna Zorzone” è illustrata mediante una vista isometrica 3D che mostra la superficie di contatto tra il Calcarea Metallifero Lombardo e la sovrastante formazione di Gorno (vista verso Nord-Ovest con le tracce dei carotaggi colorate in base alla litologia).

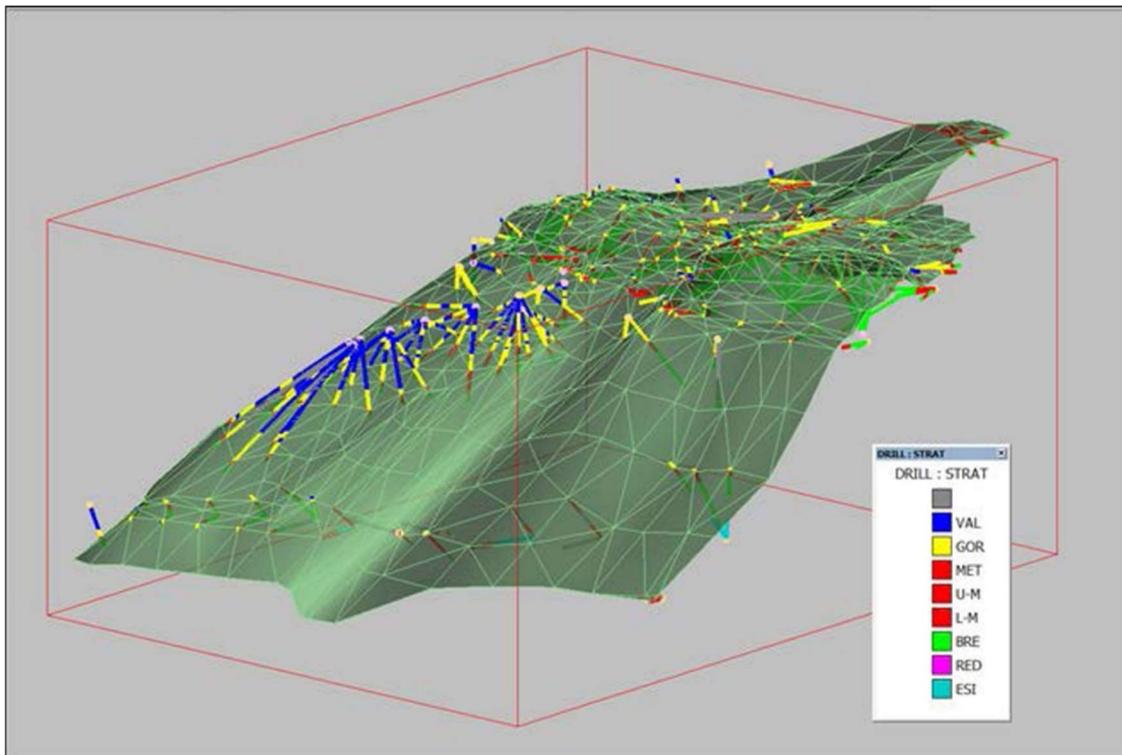


Figura 2-8: Vista isometrica della superficie di contatto tra il Calcarea Metallifero Bergamasco e la formazione di Gorno.

La densità apparente misurata dai campioni di carote mineralizzate va da 2.6 t/m<sup>3</sup> a 4.0 t/m<sup>3</sup> anche se generalmente è tra le 2.6 t/m<sup>3</sup> e le 2.9 t/m<sup>3</sup>. La densità stimata per il materiale sterile è di circa 2.72 t/m<sup>3</sup>. Un'equa correlazione è stata trovata tra la densità dei campioni mineralizzati ed il grado del giacimento.

Molteplici tecniche sono state utilizzate per la stima del grado di mineralizzazione nel modello a blocchi tra cui “kriging”, “inverse distance weighting” e “nearest neighbour”.

In riferimento al codice JORC, la stima delle risorse della “Colonna Zorzone” è stata determinata seguendo i termini specifici imposti da questo regolamento, che per completezza di informazione in sede di progetto vengono tradotti in italiano come segue:

- Indicated Resource: RISORSA PROBABILE
- Inferred Resource: RISORSA POSSIBILE

N.B.: nel merito di questo piano di coltivazione, le risorse suddette contano con lo stesso peso, seppure denominate in maniera diversa per le suddette esigenze di certificazione internazionale e quotazione in Borsa.

Il nucleo di partenza del progetto minerario è pertanto rappresentato dalla coltivazione dell'intera "Colonna Zorzone", consistente in 3,3 Mt di minerale, modellizzata in dettaglio e come tale oggetto di avanzate ipotesi di scavo.

#### *Resoconto sulla risorsa denominata “Colonna Zorzone”*

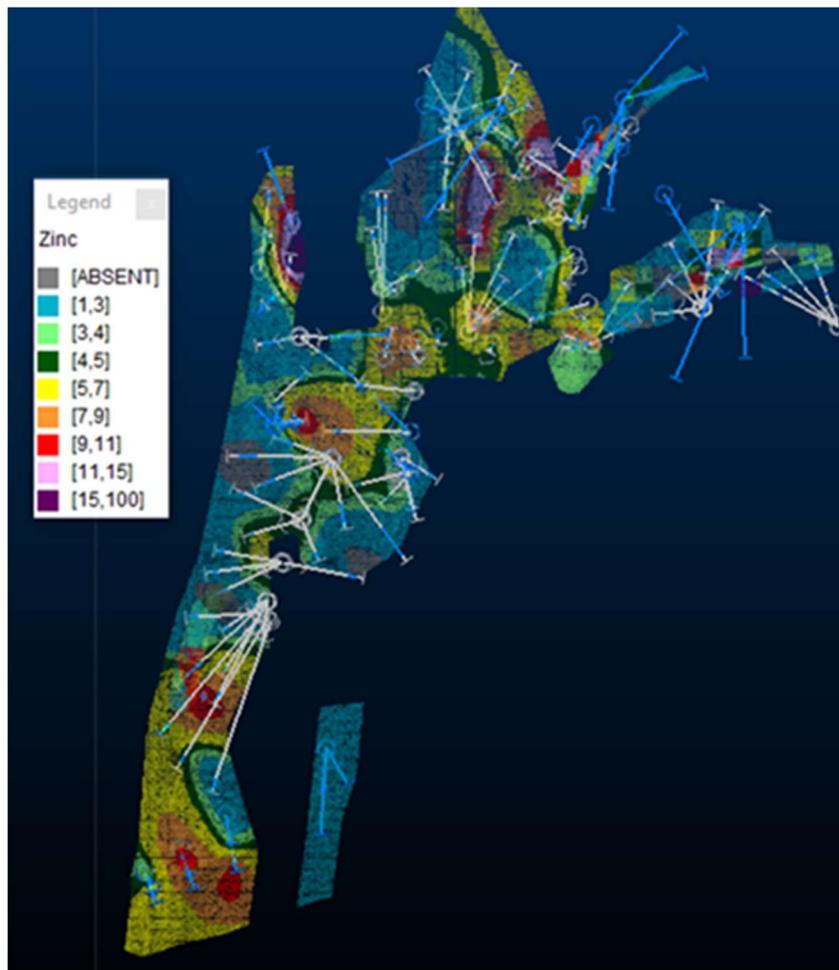
Nel Dicembre 2017 EMI comunicò al mercato (tramite un annuncio pubblico secondo gli standard previsti dalla borsa australiana) i risultati ricavati dalla modellizzazione della risorsa denominata “Colonna Zorzone”.

Nella Tabella 2 sono illustrati i risultati della risorsa ottenuta tenendo conto di un grado di cut-off pari all'1% Zn ed elaborata seguendo le direttive imposte dal codice JORC.

Classificazione	Tonnellate (Mt)	Zinco Totale		Piombo Totale		Argento	
		Grado (%)	Metallo (Kt)	Grado (%)	Metallo (Kt)	Grado (ppm)	Metallo (Moz)
<b>Probabile</b>	2.1	5.1	107	1.4	29	30.9	2.1
<b>Possibile</b>	1.2	4.6	56	1.1	14	20.9	0.8
<b>Totale</b>	3.3	4.9	163	1.3	43	27.2	2.9

Tabella 2: Stima della risorsa mineraria della "Colonna Zorzone" al Dicembre 2017.

La Figura 2-9 mostra la zonazione del grado di mineralizzazione all'interno della "Colonna Zorzone", mentre la Figura 2.9 mostra la classificazione della risorsa (Probabile/Indicated o Possibile/Inferred) all'interno del modello.



*Figura 2-9: Modello della "Colonna Zorzone" con zonazione del grado di mineralizzazione.*

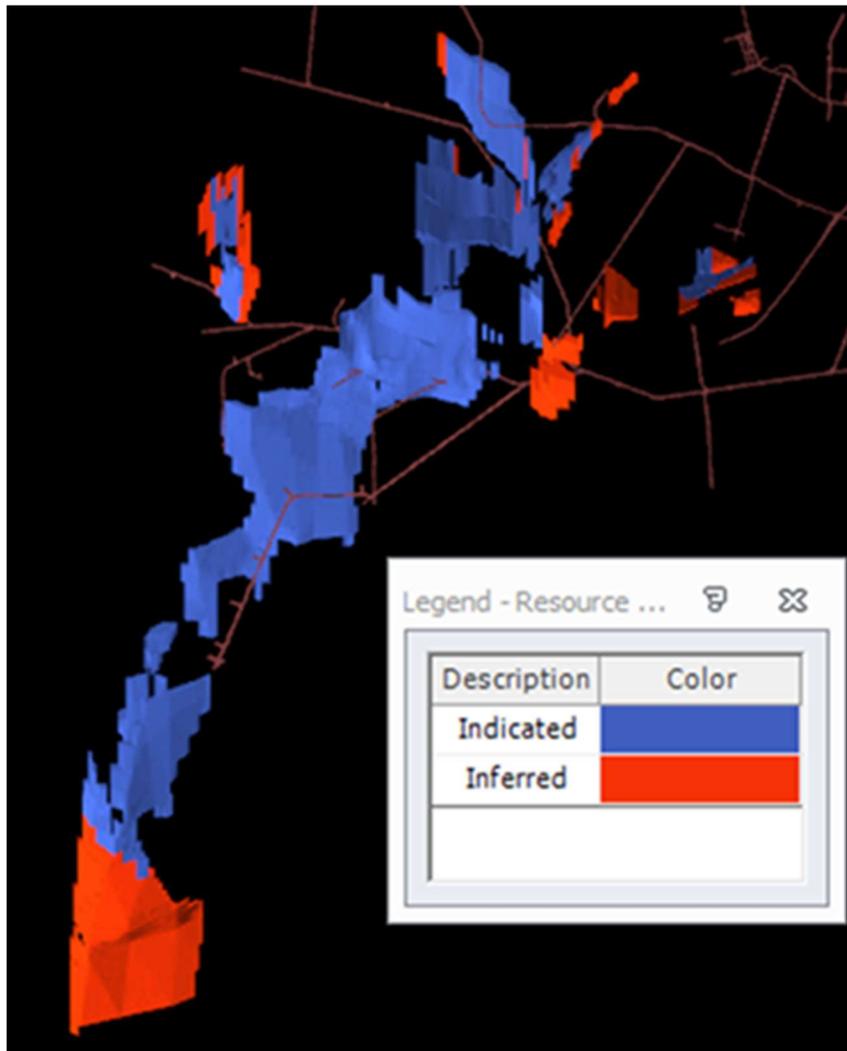


Figura 2-10: Classificazione della risorsa mineraria ("probabile" e "possibile").

## 2.8 Risorse aggiuntive

Le conoscenze acquisite recentemente da EMI durante gli ultimi studi approfonditi (che includono un rilievo geofisico del target “Pian Bracca”), uniti alla reinterpretazione delle relazioni tra mineralizzazione e geologia strutturale, hanno permesso di ottenere un quadro più chiaro sulle risorse disponibili, che vanno pertanto ad aggiungersi alla "Colonna Zorzzone" nello sviluppo di questo progetto minerario.

Nel dettaglio, sono stati identificati tre ulteriori giacimenti, suddivisi in due gruppi principali:

- 2 Estensioni della “Colonna Zorzzone”: “Zorzzone Nord” e “Zorzzone Est”, con mineralizzazione “stratabound”;

- “Pian Bracca, consistente in una mineralizzazione contenuta all’interno di un mélange tettonico (breccia).

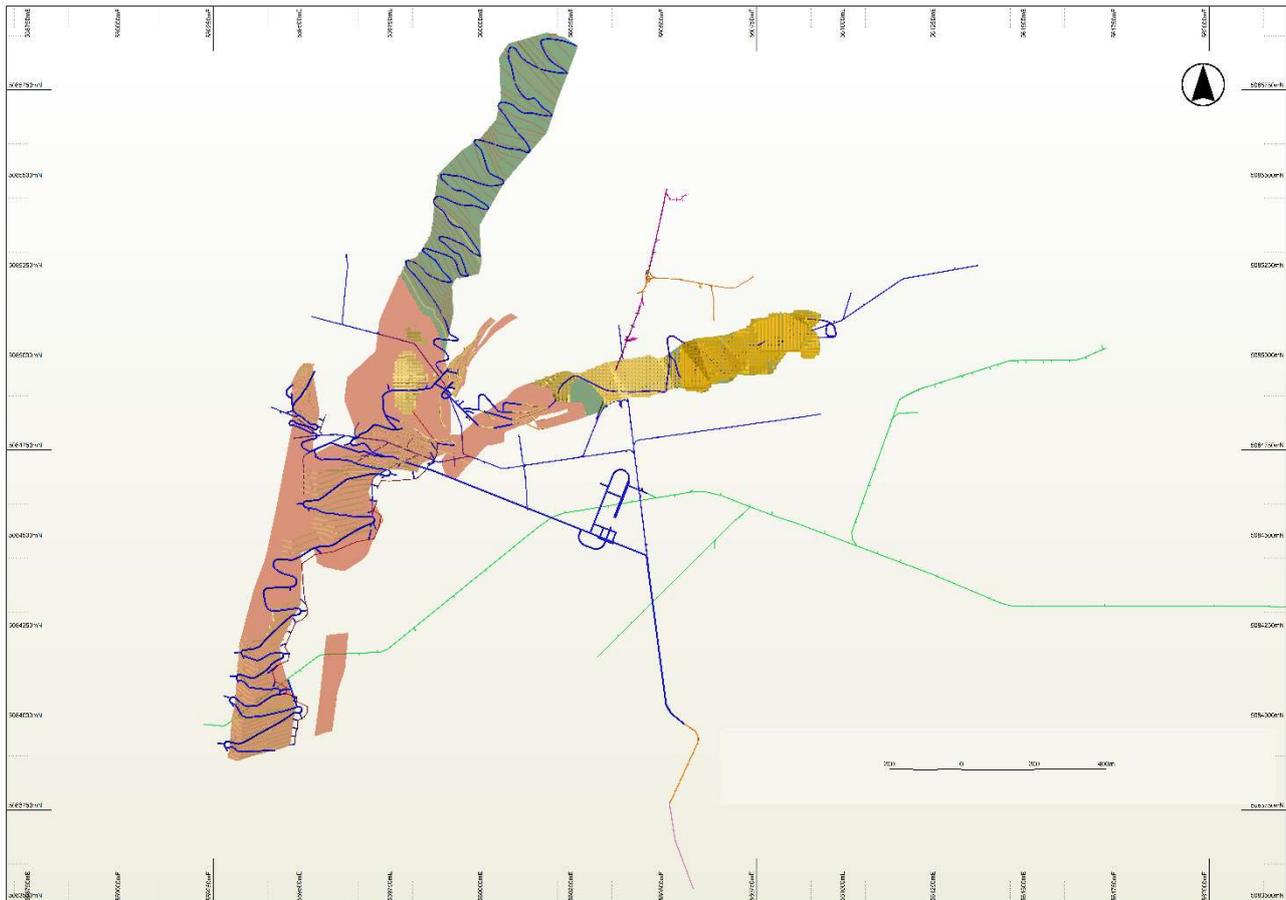
Dei tre “target” esplorativi, quello con il maggior potenziale estrattivo è “Pian Bracca”, essendo per lo più facilmente accessibile dai vecchi tunnel; presumibilmente, questo sarà attaccato immediatamente a valle dell’esaurimento della “Colonna Zorzone”, per continuità di coltivazione.

Il sommario dei target esplorativi di EMI è riportato in Tabella 3.

Target	Tipo Min.	Mt	Zn % (Min)	Zn % (Max)	Pb % (Min)	Pb % (Max)	Pb+Zn % (Min)	Pb+Zn % (Max)
<b>Zorzone North</b>	SB	1,1	4.8	5.6	1.2	1.4	6.0	7.0
<b>Zorzone East</b>	SB	0,4	4.8	5.6	1.2	1.4	6.0	7.0
<b>S/T Zorzone Extensions</b>	PB	1,5	4.8	5.6	1.2	1.4	6.0	7.0
<b>“Pian Bracca”</b>	PB	3,6	4.8	5.6	1.2	1.4	6.0	7.0
<b>Totale</b>	SB+PB	5,1	4.8	5.6	1.2	1.4	6.0	7.0

N.B.: SB= Stratabound; PB= Mineralizzazione stile “Pian Bracca” ovvero legata al sovrascorrimento

*Tabella 3: Target esplorativi del "Gorno Zinc Project".*



**Legenda:**

- Gallerie di produzione ('ore drives')
- Gallerie di sviluppo ('development tunnels')
- Livello Riso Parina (600m slm)
- Livello Forcella (940m slm)
- Livello Ponente (1070m slm)
- Scala Santa
- Traforo Forcella (940m slm)
- Strada esterna di collegamento
- Risorsa 'Colonna Zorzone'
- Estensioni Nord ed Est

*Figura 2-11: Rappresentazione delle "risorse aggiuntive" con infrastrutture minerarie e legenda*

## 2.9 Risorse complessive

Andando a comprendere il giacimento nel suo complesso, quindi gli 8.4 Mt accertati, si garantisce una vita della miniera per un periodo di 15 anni considerando la sola coltivazione.

Si aggiungono a questi i tre anni necessari ai lavori di preparazione, che renderanno il giacimento sfruttabile per mezzo delle strutture necessarie (strade, gallerie e impianti); lo spazio temporale del presente progetto ammonta quindi a 18 anni nelle sue 2 fasi certe, senza comprendere la previsione di ulteriori risorse identificate con i previsti programmi di ricerca di fase 3.

Di seguito si rappresenta schematicamente lo sviluppo del piano di coltivazione e produzione complessivo della risorsa mineraria, con volumi previsti sul lasso temporale dei 15 anni.

<b>GIACIMENTO 8,4 Mton</b>		
Colonna Zorzone 3.3 Mton		
Estensioni 5.1 Mton		
resa del giacimento 47% - resa alla cernita 60 %		
minerale tot	2.357.000	
minerale (media annua)	157.133	
note: impianto dimensionato per lavorare fino a 250.000 t/a		
ANNO	Produzione (t/a)	
1	100.000	
2	100.000	
3	150.000	
4	150.000	
5	200.000	
6	200.000	
7	200.000	
8	200.000	
9	200.000	
10	200.000	
11	200.000	
12	150.000	
13	100.000	
14	100.000	
15	100.000	

Tabella 4- Tabella riassuntiva del piano di coltivazione complessivo della risorsa mineraria e produzione su lasso temporale di 15 anni

Di seguito si riportano per chiarezza due rappresentazioni schematiche del giacimento nel suo complesso, rispettivamente:

- a) con la differenziazione tra il giacimento inizialmente certificato "Colonna Zorzone" (3,3 Mt - in verde) e le risorse successivamente accertate (5,1 Mt - in rosso).

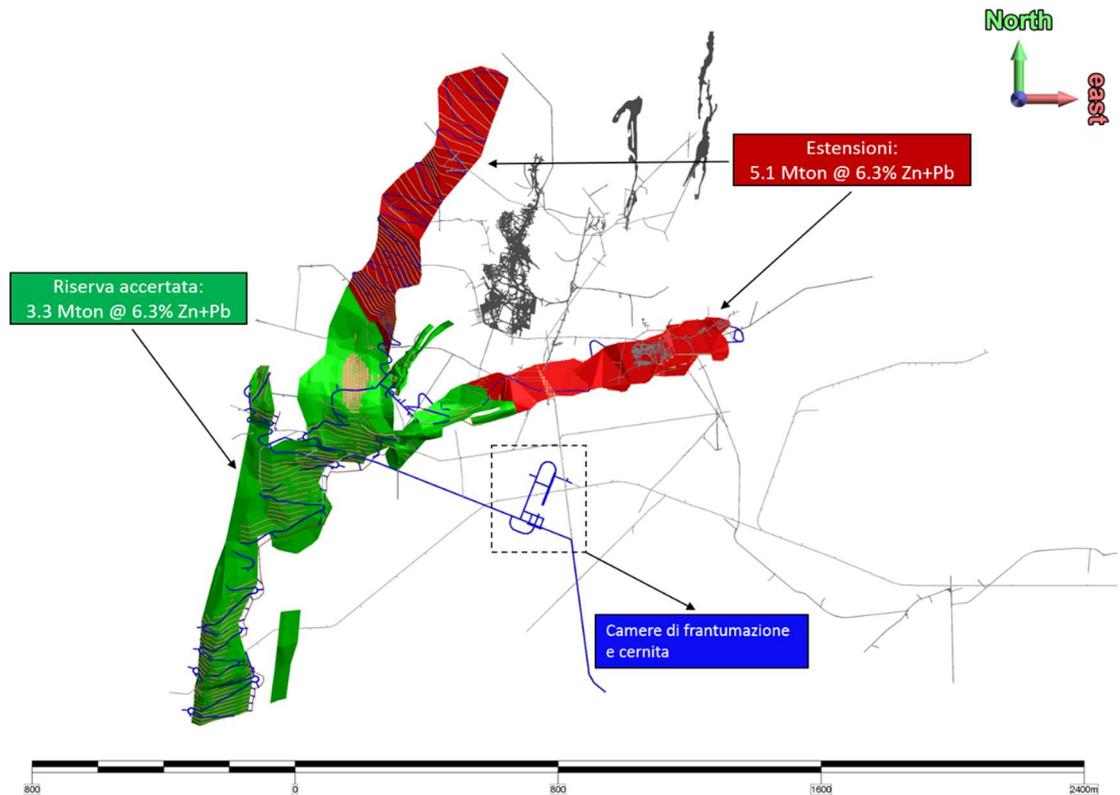


Figura 2-12: Planimetria con rappresentate le risorse differenziate per cronologia d'indagine

- b) con il giacimento comprensivo di tutti i "target" individuati, indifferenziato (8,4 Mt - in verde).

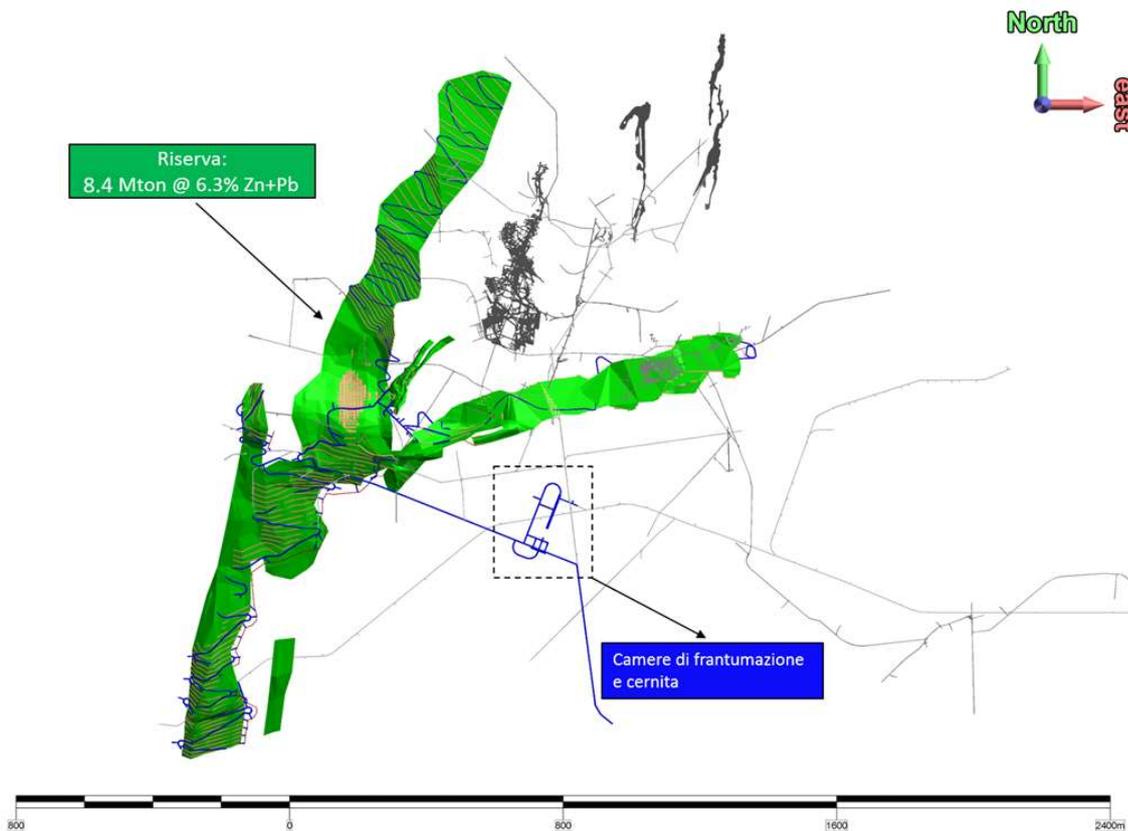


Figura 2-13: Planimetria delle risorse nel loro complesso

### 3 Piano minerario

#### 3.1 Introduzione

Il presente studio minerario ha sviluppato una prima previsione di estrazione e lavorazione quindicennale, mirata all'estrazione di circa 157.000 tonnellate medie annue di minerale (la resa del giacimento è pari al 47% e quella alla cernita del 60%), da dati storici su giacimento e test impiantistici.

In funzione della morfologia del giacimento prevalente (consistenza pari a pochi metri e pendenza poco accentuata, tra i 26° ed i 32°) si prevede di utilizzare come tipologia di coltivazione principale il metodo "LHOS" (= Long Hole Open Stopping), che in italiano può essere definita "coltivazione lungo banco", con successiva ripiena dei vuoti minerari creati.

La frantumazione primaria e la cernita del minerale saranno effettuate con impianto dedicato e realizzato in sotterraneo, in un camerone scavato al livello 940m slm ("Forcella"); il pre-concentrato verrà scaricato tramite il fornello esistente al livello 600m slm ("Riso Parina") e trasportato su rotaia all'impianto di trattamento/flottazione all'uscita del tunnel di base omonimo.

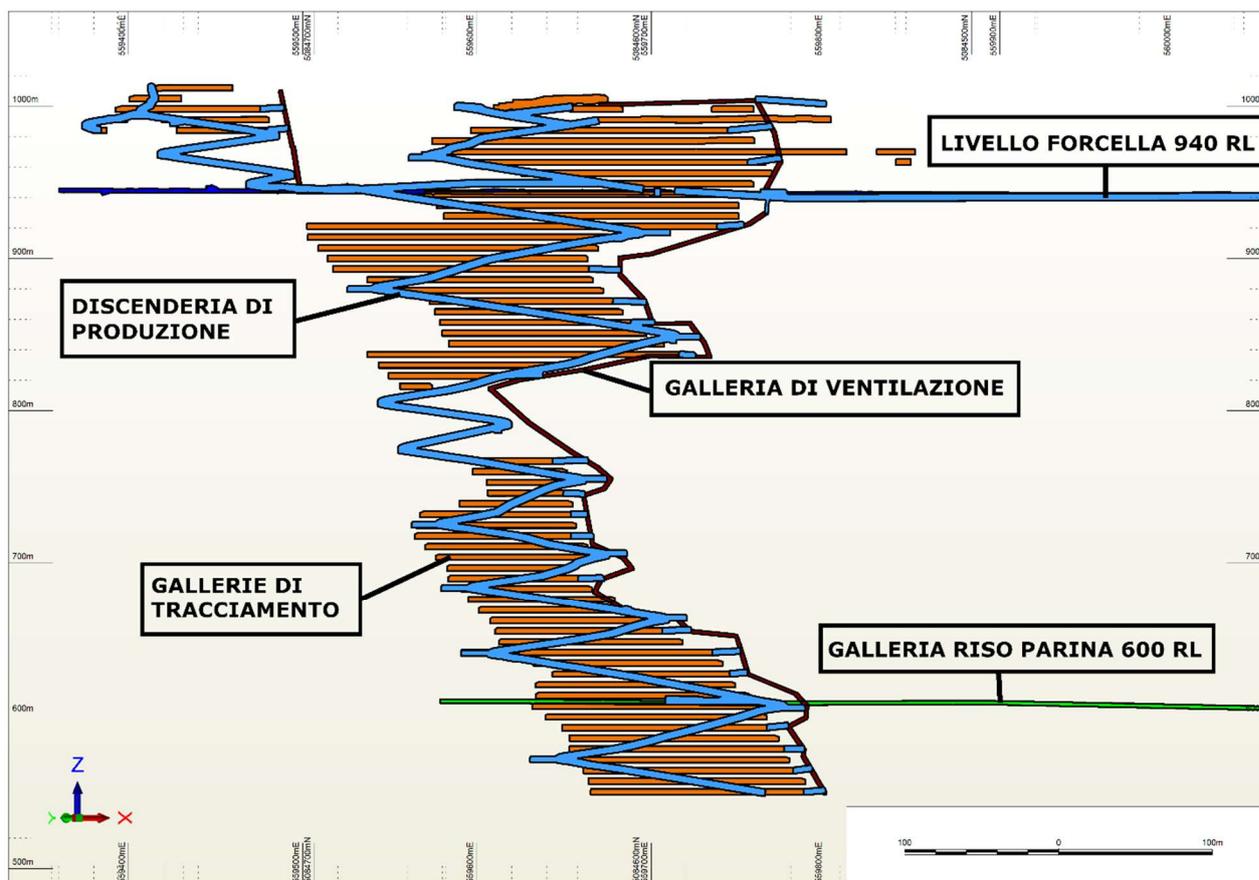


Figura 3-1: Schema in sezione della miniera, con le principali strutture

La parte terminale del pozzo, del quale peraltro è prevista la manutenzione straordinaria, sarà funzionalmente allargata per gestire le operazioni di scarico e carico dei materiali: verrà realizzato anche un idoneo piano in calcestruzzo rasato, con un tratto di binario ferroviario annegato, per consentire l'agevole pulizia da parte della pala di carico.

Lungo il fianco laterale del basamento si realizzerà un alloggiamento in C.A., a protezione della pala gommata e degli operatori; il sistema pozzo-macchinari, una volta condizionato, potrà gestire fino a 1.500 m<sup>3</sup> di materiale per il carico su vagoni destinati all'impianto di flottazione esterno.

Il piano minerario qui illustrato, oggetto della presente Valutazione di Impatto Ambientale, è stato studiato e modellato dagli esperti consulenti australiani AMC Consultants nel periodo giugno – dicembre 2018, con successivo inserimento all'interno dello Studio di Fattibilità concluso a gennaio 2019.

Successivi perfezionamenti operativi, ritenuti utili per una maggior chiarezza di lettura, sono stati apportati nel testo e nella grafica dagli scriventi RTP per raggiungere un maggior dettaglio

progettuale, seppure – trattandosi di un piano minerario – esso sarà comunque soggetto in fase esecutiva ai necessari “aggiustamenti in corsa”.

Il presente piano è pertanto basato sui dati geometrici e giacimentologici riguardanti la risorsa denominata “Colonna Zorzone”, a cui si sono aggiunti per continuità e similitudine gli altri "target di sviluppo" (Estensioni Zorzone & Pian Bracca), per la coltivazione di un unico giacimento.

Questa premessa è doverosa per meglio spiegare il diverso grado di dettaglio fornito in sede di rappresentazione grafica, dove la Colonna Zorzone è stata oggetto di una modellizzazione 3D dedicata, basata su una distribuzione spaziale dei dati disponibili, mentre le Estensioni sono al momento identificate come target quantitativamente e qualitativamente certi, ma con previsione di approfondimenti puntuali.

Il distretto minerario di Gorno – Oltre il Colle presenta, come abbiamo visto, una molteplicità di vecchi tunnel sotterranei utilizzati per le passate attività estrattive svolte in quest’area.

Ai fini del presente progetto di coltivazione, il programma dei lavori, sulla scorta delle indicazioni contenute nello studio di fattibilità, considera esclusivamente la riabilitazione totale dei 2 tunnel ritenuti fondamentali: Forcella (940m slm) e Riso Parina (600m slm).

Non si considera al momento necessario intervenire sulla rimanente rete di gallerie minerarie, che potranno essere oggetto di manutenzione solo in virtù di nuove ricerche od intervenute modifiche al progetto di coltivazione.

### **3.2 Lavori storici**

L’estensione dei molti km tunnel esistenti, già richiamata al capitolo 2 della relazione, comporta l’articolazione della miniera su diversi livelli, distanziati fra loro di circa 50 metri sulla verticale.

I tunnel principali, utilizzati funzionalmente ai fini del presente progetto, sono:

- Ponente (1070m slm, già attuale uscita di sicurezza),
- Piazzole (990 m slm), uscita di sicurezza supplementare con ventilazione, attrezzata con pista di atterraggio per elicottero e sede del cantiere di sondaggi geognostici in corso,
- Forcella (940m slm, futuro accesso principale alle coltivazioni),
- Riso Parina (600m slm, ribasso e carreggio dell'intera miniera).

Fatta eccezione per il tunnel Riso Parina, tutti gli altri livelli (da Malanotte al Tunnel Forcella) sono connessi tramite una discenderia chiamata “Scala Santa”.

La “Scala Santa” è provvista di gradini e binari ed ha un’inclinazione di circa 1:3.

Nel complesso i tunnel del complesso minerario “Gorno-Oltre il Colle” sono generalmente piccoli, con dimensioni medie di circa 2 X 2 metri

### 3.2.1 Tunnel Forcella

Il livello Forcella (940 m slm) fornisce l'accesso principale alla miniera, alla stessa quota, in superficie, si trovano le infrastrutture di servizio all'attività di estrazione mineraria (Cantiere Ca' Pasi).

L'accesso al livello Forcella, partendo da Ca 'Pasi, si effettua tramite un breve tunnel che sbocca in esterna in un'altra piccola valle e attraversato un ponte, in perfette condizioni di efficienza, si accede alla miniera.

Il primo tunnel corto ha dimensioni minime in ingresso di 3,2 metri di larghezza e 2,9 metri di altezza, mentre l'uscita ha dimensioni 2,8 metri di larghezza e 3,0 metri di altezza. Il ponte ha una larghezza di 3,2 m.

Partendo dal tunnel Forcella, durante il periodo 2015-2016, EMI ha realizzato una discenderia esplorativa dalla quale sono stati effettuati i carotaggi utili per la definizione delle risorse. Per facilitare l'accesso dei mezzi mobili, il tunnel Forcella è stato allargato di circa 0.7 metri in entrambe le direzioni (dimensioni attuali: 3.3 m x 3.3 m), per un tratto di circa 1.2 km, fino all'imbocco della discenderia esplorativa.

### 3.2.2 Tunnel Riso-Parina

Il livello Riso Parina (600 m slm) fornisce il collegamento tra la miniera e l'impianto di trattamento in superficie. Il portale si trova in Val del Riso, in Comune di Gorno. Dal portale una linea ferroviaria si estende per 10 km fino alla zona mineraria di Zorzone.

Principali caratteristiche del Tunnel:

- La linea ferroviaria entra come linea singola, sdoppiandosi appena oltre l'ingresso e ricongiungendosi al km 1.5;
- Binario di scambio: progressiva km 4.4;
- Fornello di scarico del minerale dal Livello Forcella: progressiva km 8.7;
- Pannello Zorzone e arrivo della nuova discenderia di produzione: progressiva km 9.8.

Il tunnel, vista la sua importanza fondamentale per l'intera durata di vita della miniera, richiede una decisiva, preventiva messa in sicurezza, prevista entro la prima fase di lavori "preparatori" della miniera.

Una approfondita caratterizzazione geomeccanica e geotecnica è stata realizzata durante il 2015 da consulenti esterni della Sial.tec (RT22)<sup>1</sup>. Lo studio ha discriminato diverse sezioni di tunnel, definendone le principali caratteristiche geomeccaniche; partendo dai risultati di tale studio sono state fornite le stime dei costi di riabilitazione (Tecme S.R.L.).

Gran parte del tunnel è in buone condizioni, solo alcuni tratti presentano una bassa qualità dell'ammasso roccioso:

- Sezione 5: (2,140 m 3, 612 m). Il tunnel corre parallelo a una faglia regionale lungo la parete sinistra.
- Sezione 7 (4,395 ma 4,738 m). Questa sezione è attualmente supportata da centine in acciaio, alcune delle quali deformate dallo stress derivante dal rigonfiamento dei litotipi contenenti orizzonti gessosi.
- Sezione 8 (4,738 m fino a 6,251 m). Questa sezione si trova nella Formazione di San Giovanni e le condizioni dell'ammasso roccioso risultano essere molto deteriorate . Questa sezione richiede un ampio lavoro di messa in sicurezza.

---

<sup>1</sup> Studio geomeccanico per la riabilitazione del tunnel Riso-Parina (Dr. Ing. Stefano Guido)



*Figura 3-2: Tunnel Riso Parina Sezione 8*

### 3.3 Infrastrutture

#### 3.3.1 Cantiere operativo in località Cà Pasi (Oltre il Colle)

Cà Pasi è un'antica frazione del comune di Oltre il Colle, attualmente senza residenti. L'area è rurale con piccoli pascoli e boschi. I terreni nelle vicinanze dell'area di pertinenza mineraria sono divisi in piccoli lotti tra molti proprietari e, in alcuni casi, un lotto ha più di un intestatario, essendo beni ereditati dai posteri. EMI ha commissionato in passato un censimento ed una valutazione delle proprietà nelle immediate vicinanze del cantiere operativo ed il risultato dei diversi lotti identificati è riportato in Figura 3-3

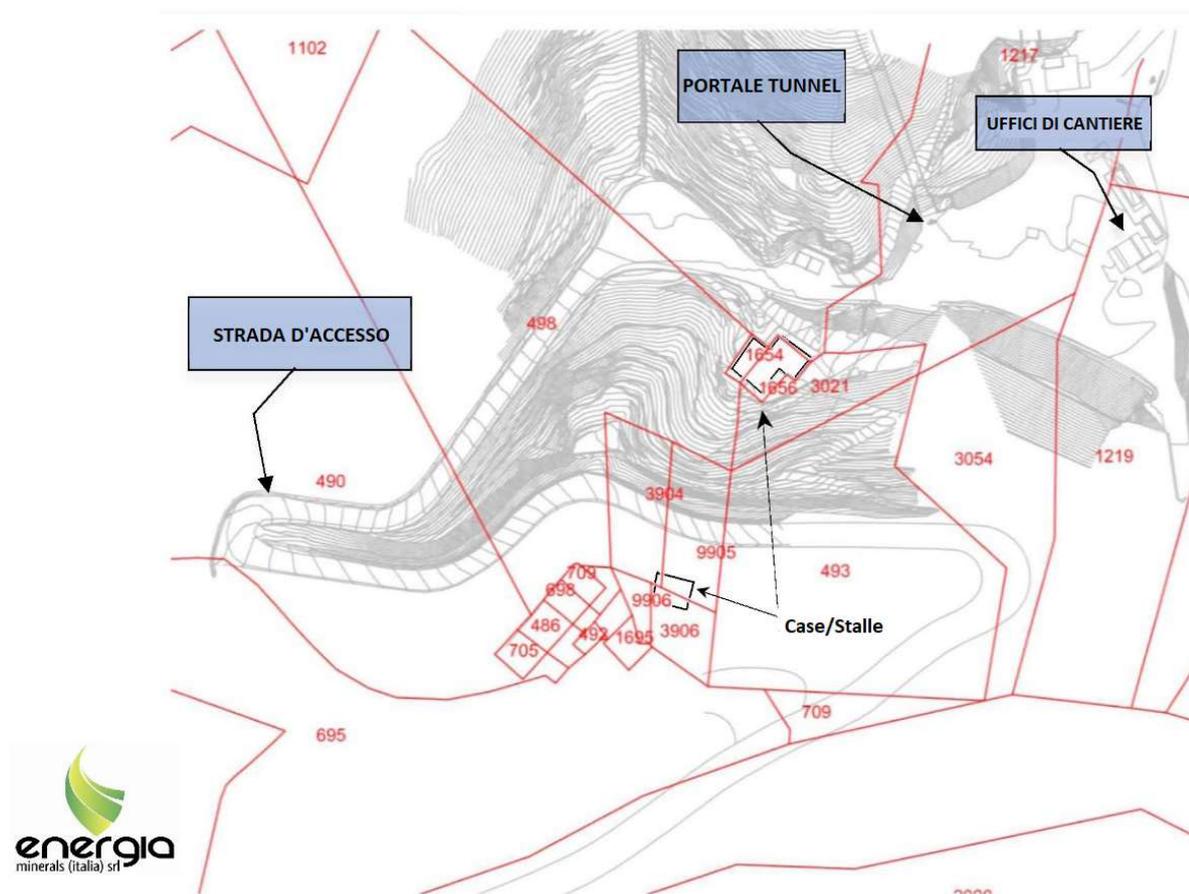


Figura 3-3: Mappa catastale delle aree nei pressi del cantiere operativo di EMI

EMI ha avviato anche un tavolo di discussione con i principali proprietari terrieri presenti nella zona al fine di definire una stima del costo d'acquisto dei lotti di terreno e delle case/stalle.

Il valore di mercato totale è 517,363€.

In Figura 3-3 è mostrato il progetto di riutilizzo delle infrastrutture presenti nell'area, al fine di riabilitarle per creare i servizi necessari durante l'attività mineraria.

### 3.3.2 Rete elettrica: potenza fornita

Come noto, il sistema di distribuzione della media e bassa tensione sul territorio è diviso in:

- Media tensione con voltaggio compreso tra 1kV e 30 kV (standardizzati a 10-15-20 kV)
- Bassa tensione con voltaggio inferiore a 1kV (standardizzato a 230V 1P+N o 400V 3P+N).

Per quanto riguarda la stima della domanda di approvvigionamento di corrente elettrica fatta da EMI sono state tenute in considerazione sia le attività in sotterraneo sia quelle nel cantiere esterno, arrivando ad un valore massimo di 2.5 MW (potenza) distribuiti omogeneamente tra la località Cà Pasi (Oltre il Colle) e la località Riso (Gorno). Maggiori dettagli e caratteristiche tecniche sono illustrati nella relazione tecnica specialistica (RT12)<sup>2</sup>, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

### 3.3.3 Strade di accesso

L'accesso al cantiere di Cà Pasi avviene mediante una strada comunale sterrata a fondo chiuso, ricompresa nell'area di Concessione Mineraria e che si dirama per 1.4 Km dalla strada provinciale principale. Per quanto concerne le future attività estrattive, la strada sterrata necessita di un miglioramento, al fine di garantire il facile passaggio di mezzi pesanti per le attività minerarie di pre-sviluppo. In particolare, la carreggiata dovrà essere allargata fino a circa 3.5 m e l'incrocio con la strada provinciale dovrà essere ampliato per permettere le manovre di svolta dei mezzi. Questi lavori non richiedono però un dispendio ingente e possono essere realizzati anche utilizzando il materiale sterile che sarà prodotto durante le prime fasi di pre-produzione (BILANCIO TERRE, LA CRONO-PREVISIONE MANCA NEL TIME SHEET=30-60gg).

Per quanto riguarda la località Riso (Gorno) si può accedere a quest'area mediante strade urbane che non necessiteranno di alcun miglioramento.

---

<sup>2</sup> Studio di fattibilità e relazione tecnica economica fornitura energia elettrica nuovo impianti produttivi (Paolo Pandolfi).

## 4 Metodo di estrazione

La scelta del sistema di coltivazione, effettuata dagli specialisti AMC sulla base del metodo che più si adatta al giacimento di Gorno, è stata influenzata dai seguenti fattori:

- Estensione del corpo mineralizzato: 1.200 m (direzione N-S) e 150/300 m (direzione E-W).
- Spessore della mineralizzazione: 1-5 m (mediamente 3- 4 m).
- Inclinazione ridotta (circa 25 ° sulla verticale).
- Ottima qualità del minerale.
- Condizioni dell'ammasso roccioso: da sufficienti a buone.

Sono stati presi in considerazione alcuni potenziali metodi di coltivazione, nello specifico:

- Cut & Fill meccanizzato.
- LHOS con pilastri.
- LHOS con ripiena.
- Avoca modificato.
- Room & Pillars (Camere e pilastri) meccanizzato.

Sono state effettuate le seguenti considerazioni tecnico/minerarie:

- I metodi "LHOS con pilastri" e "Cut & Fill" sono stati scartati per primi, in quanto risultano determinare qui una bassa resa di produzione e un costo unitario elevato;
- "Avoca modificato" è una forma di LHOS che utilizza un diverso metodo di riempimento dei vuoti; il vuoto minerario creato durante la coltivazione viene riempito tramite lo scarico dal livello superiore del materiale frantumato scartato durante la cernita. Ovviamente il metodo si adatta meglio a giacimenti sub-verticali che favoriscono lo scarico del riempimento; viste le caratteristiche geometriche del Pannello Zorzone, questa metodologia è risultata inadatta;
- "LHOS" o coltivazione lungo banco con ripiena, è il metodo prescelto per la quasi totalità del giacimento, che ben si adatta alle geometrie del corpo mineralizzato.

NOTA BENE: il metodo "Room & Pillars", in italiano "camere e pilastri", verrà usato in zone molto limitate per quanto riguarda la fase 1 di Colonna Zorzone, mentre sarà prevalente nella fase 2

delle “estensioni”; sarà applicato nelle sezioni mineralizzate in cui il giacimento si presenta a giacitura orizzontale o con angoli di inclinazione sub-orizzontali.

#### 4.1 Long Hole Open Stoping (LHOS) - descrizione

Il metodo è genericamente basato su tunnel di produzione sviluppati all’interno del giacimento, dai quali vengono perforati fori da mina che uniscono due livelli (“Livello di base” e “Livello di tetto”). Dopo aver cominciato l’escavazione di una camera montante con lo sparo di una prima serie di fori, il materiale abbattuto viene trasportato verso l’accesso del tunnel ed infine caricato dal punto di estrazione situato nel tunnel di base. Raggiunto il limite della camera di coltivazione (determinato da parametri geotecnici e/o dal piano minerario), la stessa viene riempita o abbandonata, se è presente un pilastro non recuperabile.

Il LHOS è ideale per giacimenti abbastanza inclinati ( $>50^\circ$ ) dove il materiale abbattuto, utilizzando la forza di gravità, scivola naturalmente al punto di estrazione al livello di base. In zone dove l’inclinazione è minore di  $50^\circ$ , fori da mina più inclinati aiuteranno il movimento del materiale verso il punto di estrazione; tuttavia una quantità crescente di minerale andrà persa man mano che l’inclinazione del giacimento diminuisce e l’intervallo tra i livelli aumenta.

Esistono diverse varianti al metodo LHOS utilizzate in molti giacimenti sotterranei, che prevedono soprattutto diverse sequenze di estrazione o diversi metodi di riempimento.

La sequenza di estrazione può essere dal basso verso l’alto (bottom-up) o dall’alto verso il basso (top-down).

Per la sequenza dall’alto verso il basso, l’estrazione procede al di sotto di una camera precedentemente coltivata, quindi con coltivazione che si svolge su roccia in posto; i vantaggi di questa metodologia sono una rapida messa in produzione, con un limitato costo capitale iniziale e la possibilità di avere livelli di produzione multipli.

La sequenza dal basso verso l’alto procede al di sotto della roccia in posto, su di una camera precedentemente coltivata e riempita. I vantaggi di questo metodo sono la possibilità di utilizzare materiale non consolidato come riempimento e la possibilità di scegliere di effettuare fori di produzione verso l’alto o verso il basso.

## 4.2 Riempimento: considerazioni

La scelta sull'utilizzo o meno di ripiena dei vuoti è influenzato dalla sequenza di coltivazione, dai costi, dalla diluizione e dalle condizioni dell'ammasso roccioso:

- Nessun riempimento: il metodo più semplice di LHOS è dall'alto verso il basso senza riempimento dei vuoti (utilizzando pilastri per sostenere la roccia). A questo metodo corrisponde un basso costo unitario e una maggiore rapidità di coltivazione che va però a discapito del recupero di materiale in quanto prevede l'abbandono di pilastri in minerale, non recuperabili in una seconda fase;
- Il riempimento può variare tra materiale non consolidato a una miscela progettata con cemento e sterile;
  - a) il metodo dal basso verso l'alto può contare sull'utilizzo di materiale non consolidato;
  - b) il riempimento tramite mescole di cemento e aggregante è necessario per la coltivazione dall'alto verso il basso, aggiungendo una significativa complessità al ciclo di produzione e ai costi.

La sequenza tipica di LHOS con riempimento è:

- Escavazione dei tunnel di produzione partendo dalla discenderia di carreggio, fino al raggiungimento della porzione "economicamente rilevante" individuata all'interno del giacimento;
- Realizzazione dei fori di pre-produzione ("slot raises") tra livelli di produzione successivi ("Livello di Base e "Livello di Tetto");
- Realizzazione dei Fori di produzione tra due livelli successivi. I fori verranno perforati dal tunnel di base verso il tunnel di tetto (ad esempio, volata-tipo qui ipotizzata: 76 mm di diametro; pattern: 1.2 x 1.5 m);
- Sparo progressivo dei fori di produzione e trasporto del materiale abbattuto utilizzando mini-escavatori;
- Escavazione della camera montante fino alla sua massima estensione (o fino al raggiungimento della discenderia di carreggio);
- Realizzazione di un diaframma alla base della camera montante;
- Ripiena della camera montante di coltivazione tramite una combinazione di materiale sterile e scarti di processo;
- Escavazione della successiva camera montante lungo la direzione dello strato mineralizzato.

### 4.3 Camere e pilastri (o Diaframmi)

Come anticipato, questo metodo verrà applicato nelle porzioni specifiche del giacimento dove l'inclinazione del pannello mineralizzato è orizzontale o sub-orizzontale.

I concetti di base per la scelta del metodo sono:

- Posizione: la bassa profondità sotto il piano campagna fa sì che risulti necessario un moderato utilizzo di porzioni di giacimento sotto forma di diaframmi o pilastri;
- Dimensioni: le dimensioni planari hanno poca importanza, ciò che conta è lo spessore; normalmente si coltivano camere con spessori inferiori a 15 metri;
- Forma: si addice a giacimenti sub-orizzontali o orizzontali (0%-20%);
- Geologia del giacimento: è possibile una coltivazione selettiva. Se la distribuzione dei tenori è variabile, è possibile pianificare i pilastri in corrispondenza delle aree a basso tenore;
- L'estrazione avviene tramite l'utilizzo di jumbo. L'altezza della camera è condizionata dall'estensione del braccio del jumbo. Se lo spessore del giacimento è maggiore di 6 metri, la coltivazione potrà avvenire su diversi fronti sovrapposti. Il recupero del minerale è minore in giacimenti più spessi, poiché sarà necessario lasciare in posto pilastri di dimensioni maggiori;
- I pilastri potranno rimanere in posto o venire recuperati in un secondo momento.

### 4.4 Considerazioni sulla scelta dei metodi di coltivazione utilizzati

Alla luce delle considerazioni tecniche illustrate nei paragrafi precedenti, la Miniera di Gorno, vista la variabilità delle morfologie dei corpi mineralizzati (principalmente, la diversa inclinazione dei filoni), richiede l'applicazione di entrambe le tipologie, seppure in diversa proporzione: LHOS e Room & Pillars.

Lo schema sotto riportato illustra il diverso metodo di coltivazione impiegato rispettivamente per Colonna Zorzone (LHOS) e per le porzioni a quota elevata della Colonna Zorzone Nord e Pian Bracca (R&P).

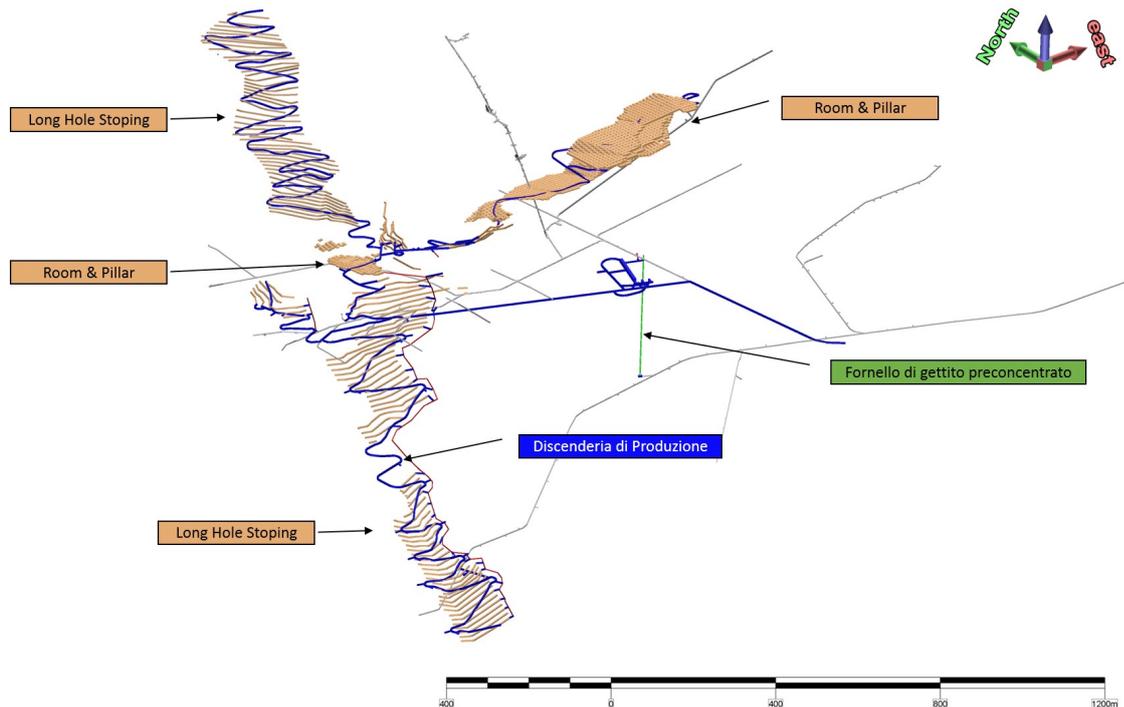


Figura 4-1: Schema dei metodi di coltivazione ipotizzati per l'intero giacimento

Lo studio AMC ha infatti elaborato per mezzo del software “Datamine’s Mineable Shape Optimiser” (MSO) il modello del giacimento di Oltre Il Colle/Colonna Zorzone per giungere all’individuazione del miglior sistema di coltivazione (come meglio esplicitato ai paragrafi successivi).

Questi approfondimenti sono stati sviluppati con tutti i dati disponibili per le prime valutazioni sulla Colonna Zorzone; per similitudine di giacimento, sono stati evidentemente applicati in questa sede gli stessi criteri.

La figura successiva mostra il modello con le aree dove sarà impiegato ciascuno dei metodi di coltivazione precedentemente descritti.

Come si può vedere, il metodo LHOS è quello maggiormente utilizzato per lo sfruttamento del giacimento, mentre il metodo a camere e pilastri viene impiegato solamente nella zona nord, sub-orizzontale, del deposito.

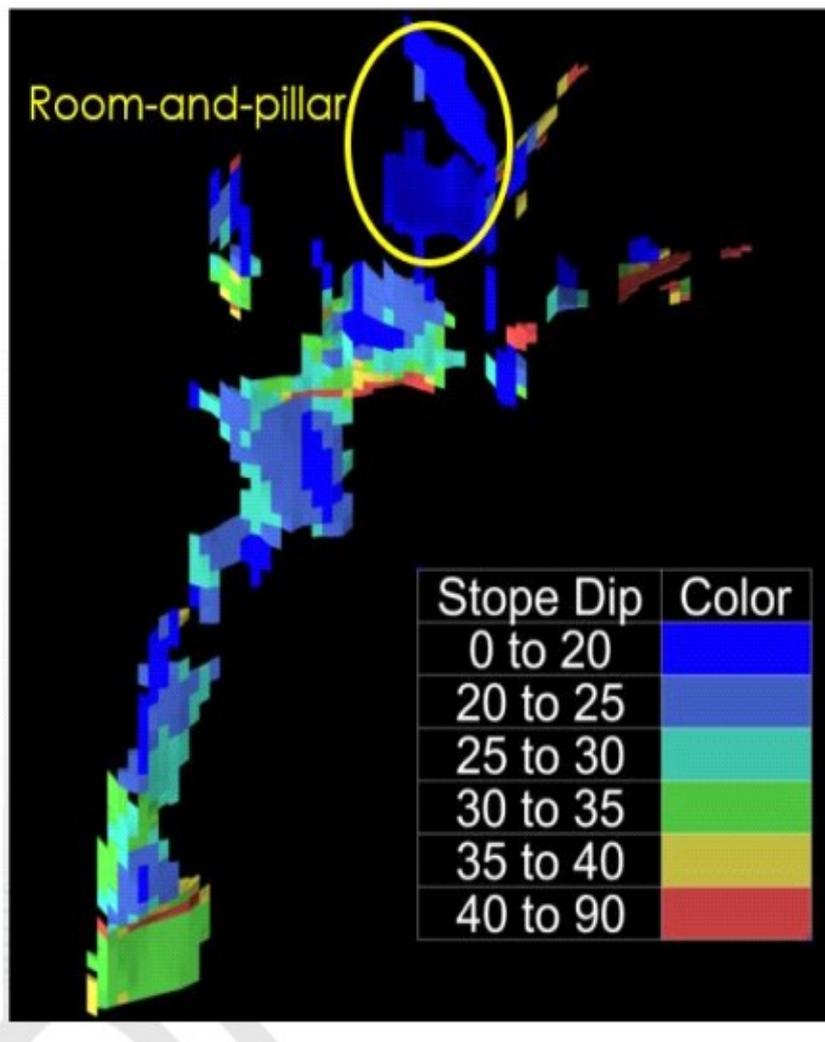


Figura 4-2: Metodi di coltivazione applicati in base all'inclinazione del giacimento (Colonna Zorzone)

## 5 Ottimizzazione dei vuoti minerari

### 5.1.1 Introduzione

Come anticipato, la forma dei vuoti di coltivazione è stata creata da AMC utilizzando il software “Datamine’s Mineable Shape Optimiser” (MSO). Questo programma permette di adattare i vuoti minerari al modello della risorsa, in modo da ottimizzare la miniera riducendo al minimo la diluizione del minerale con roccia sterile.

Molteplici prove sono state effettuate con MSO al fine di adattare al meglio i vuoti alla risorsa.

I parametri principali utilizzati per l’elaborazione dell’MSO sono stati:

- il grado o tenore (% Zn) della risorsa
- elaborazione di processi differenti di MSO per la risorsa “probabile” e “possibile” (parametri da certificazione JORC);
- la parte Nord della risorsa, sub-orizzontale, è stata analizzata separatamente;
- sono state utilizzate forme semplici a 4 vertici per simulare i vuoti minerari;
- è stata mantenuta una distanza di 5 m tra ripiene parallele.

## 5.2 Risultati ottenuti dal MSO

Dopo diversi test effettuati per ottimizzare la forma dei vuoti minerari, si è giunti alla conclusione di sviluppare la coltivazione mineraria esclusivamente nelle porzioni di giacimento che presentano un grado di mineralizzazione maggiore del 3,5% in Zn.

Questa decisione è motivata dalle seguenti considerazioni:

- la sola coltivazione delle aree con un grado maggiore del 3,5% in Zn consente di estrarre mediamente 250.000 t/a di materiale mineralizzato di ottima qualità;
- con un limite minimo di tenore maggiore del 4% in Zn, la quantità di materiale disponibile da estrarre si ridurrebbe eccessivamente;
- intervalli verticali di 7 m tra i livelli di produzione consentono di creare vuoti minerari lunghi al massimo 75 m, massimizzando così la produttività;
- dove il giacimento è sub-orizzontale, la creazione di un sottolivello ridotto permette di minimizzare i rischi di collasso dell'esistente ribasso Forcella all'estremo Ovest.

## 5.3 Progettazione dei vuoti minerari

### 5.3.1 LHOS (“Long Hole Open Stopping”)

A valle di tutte le considerazioni di cui ai paragrafi precedenti, il metodo prescelto per la coltivazione di prevalente parte del giacimento di tenore superiore al 3,5% in Zn della “Colonna Zorzone” è il LHOS, con 7 m di distanza verticale tra i livelli di produzione e pilastri ogni 70 m.

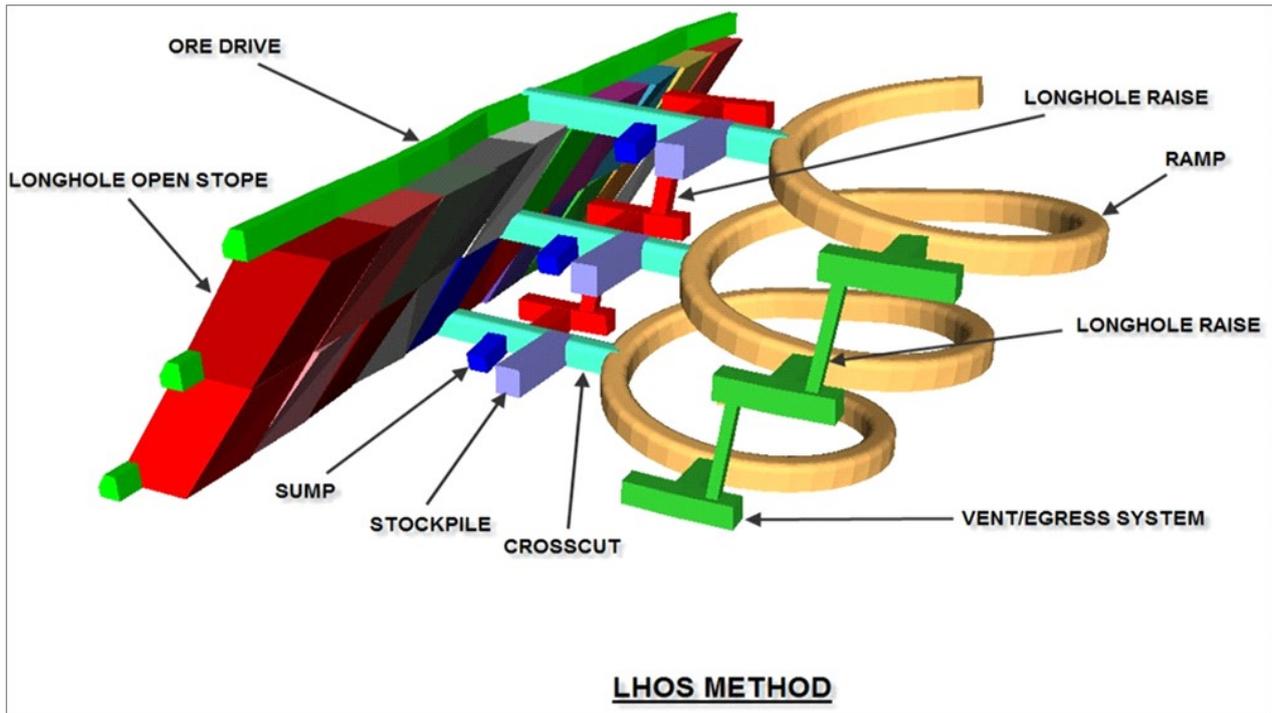


Figura 5-1: Schema del metodo tipologico-concettuale LHOS (con discenderia realizzata prevalentemente nel corpo mineralizzato)

La discenderia di produzione è stata impostata quasi totalmente nel corpo mineralizzato (per motivi di massimizzazione della produzione, compatibilmente alle verificate condizioni di sicurezza), per cui i vuoti minerari saranno ricavati ad ulteriori 5 m di distanza, in modo da garantire e mantenere la stabilità degli stessi.

Le sezioni riportate di seguito schematizzano consistenza ed inclinazione del giacimento e distanze tra i vuoti di coltivazione in condizioni di diversa pendenza.

N.B.: i 5 m lasciati in posto, “di sicurezza”, potranno essere recuperati al termine della prima fase di attività estrattiva, quando i precedenti vuoti minerari saranno stati opportunamente riempiti e stabilizzati.

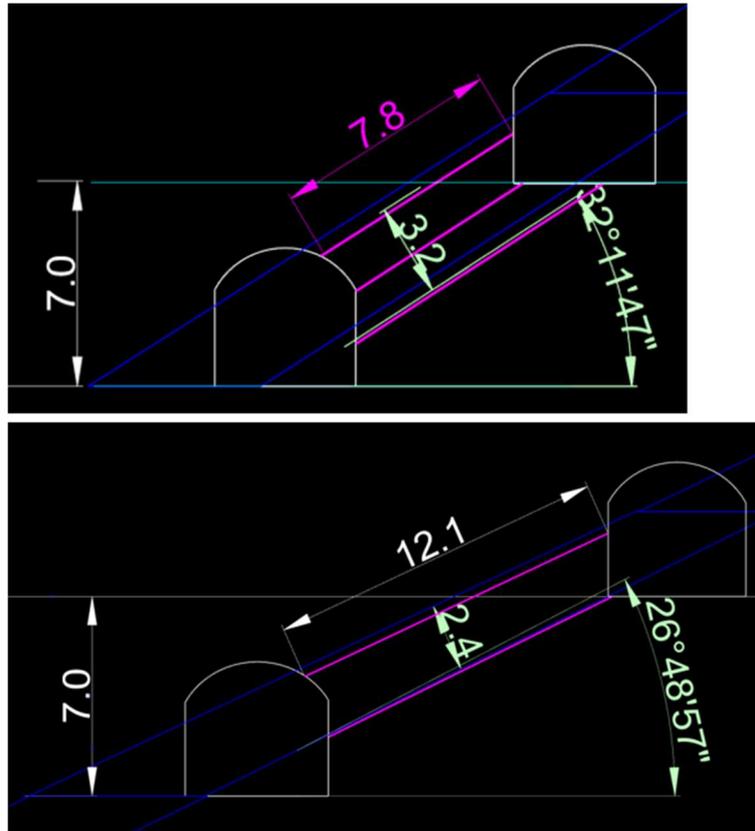


Figura 5-2: Sezioni schematiche delle gallerie di tracciamento per il sistema LHOS, nei 2 casi considerati

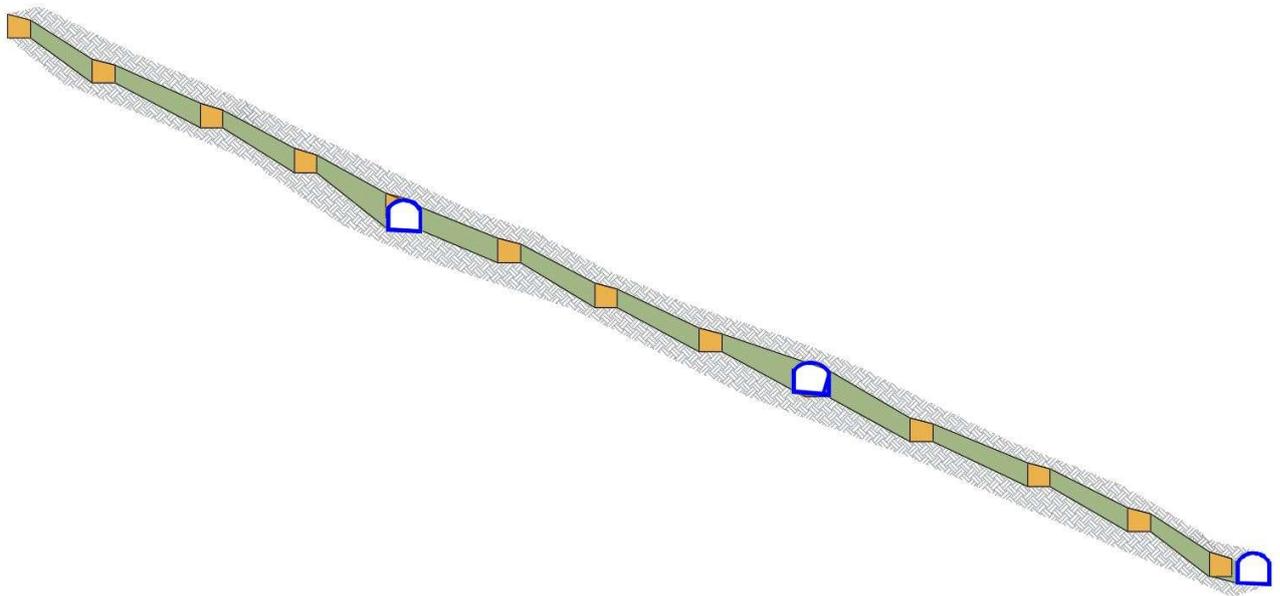


Figura 5-3: Sezione longitudinale del giacimento intersecato dalla rampa d'accesso e dalle gallerie di tracciamento

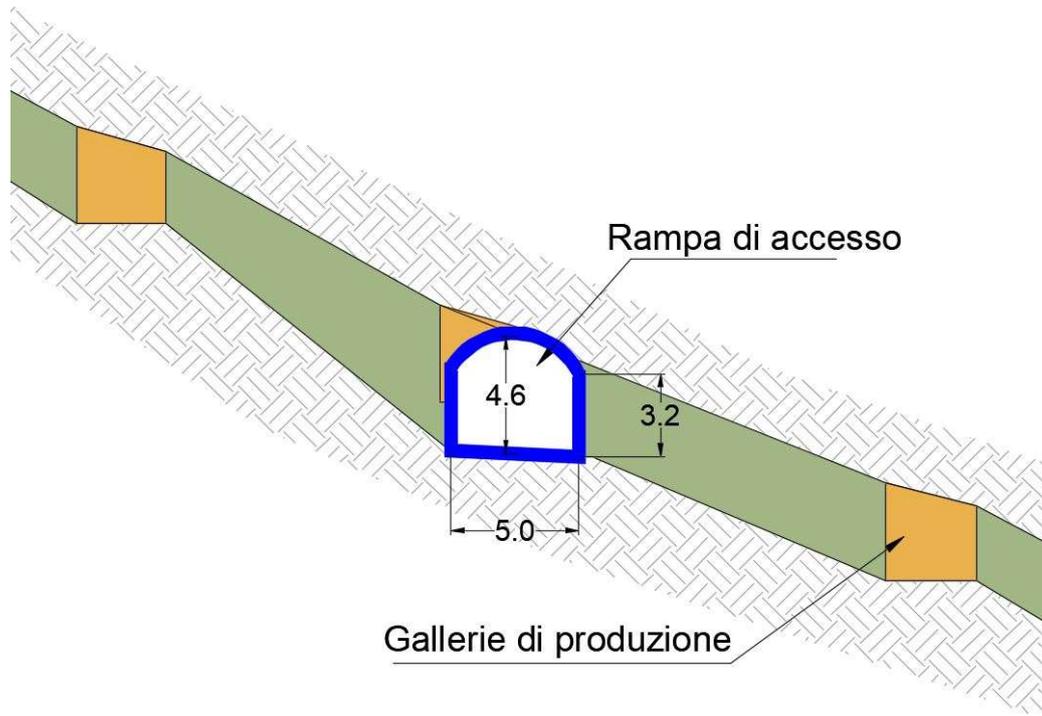


Figura 5-4: Particolare della sezione con giacimento, rampa e gallerie di tracciamento

#### 5.4 Sequenza di coltivazione

Le aree di coltivazione interessate dal metodo LHOS sono state divise in diversi blocchi, ognuno dei quali prevede la coltivazione dall'alto verso il basso (sequenza 1-12, relativa al modello della Colonna Zorzone).

Come si vede, solo una piccola parte a nord del giacimento è interessata dalla coltivazione “camere e pilastri”, che viene comunque considerata in quanto applicabile anche ad alcune parti significative delle “Estensioni”, con andamento sub-orizzontale.

Tutta la logistica della miniera sarà pertanto concentrata dapprima a Cà Pasi, in quanto la galleria Riso-Parina verrà raggiunta dalla discenderia solo alla fine dello scavo della stessa; con l'avvio dell'impianto di flottazione in zona Riso-Parina, evidentemente parte del presidio sarà spostato a valle.

Una volta messi in collegamento diretto con la rampa i livelli 600m slm e 940m slm, evidentemente la miniera potrà contare su un doppio circuito di trasporto dei materiali, sia tramite pozzo che con l'utilizzo della rampa carrabile.

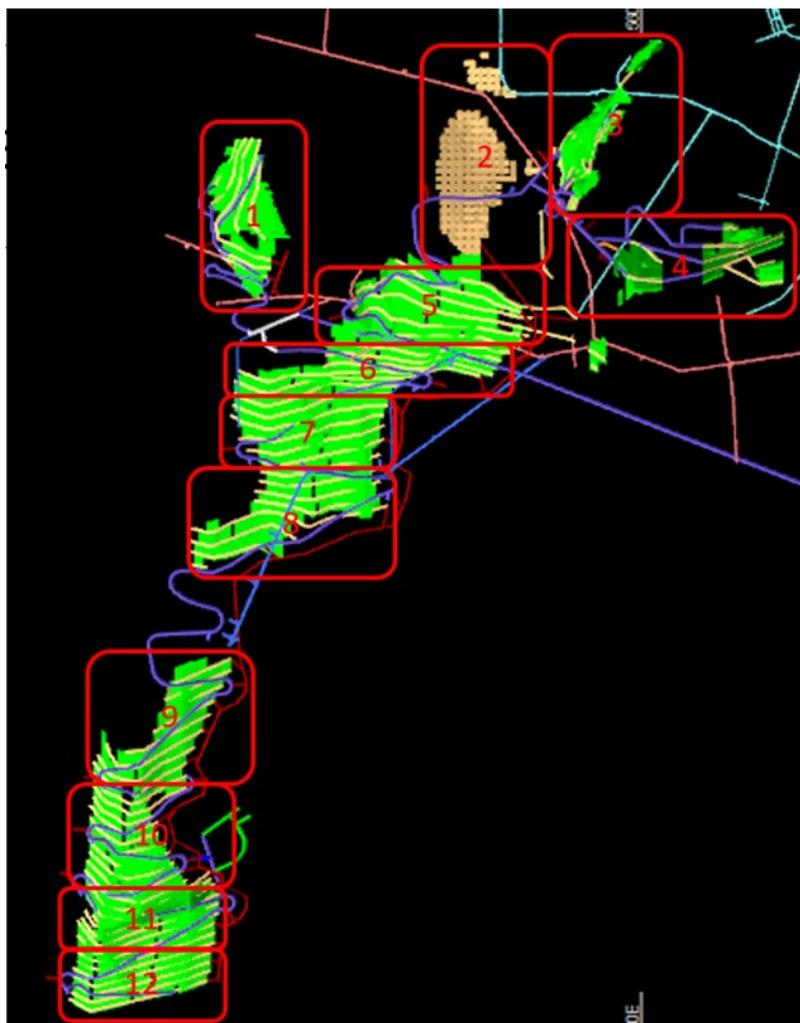


Figura 5-5: Sequenza delle fasi di coltivazione 1-12, dall'alto verso il basso

## 5.5 Schemi di volata

Tutte le operazioni di coltivazione della miniera saranno attuate con l'impiego sistematico dell'esplosivo, nelle varie modalità ottimali in funzione del sistema di coltivazione scelto.

Il sistema LHOS "Long Hole Open Stopping", come visto prevalentemente impiegato per la miniera Monica, prevede fori di produzione realizzati verso il basso, lunghi circa 8 m per realizzare livelli distanziati 7 m (vedi sezioni).

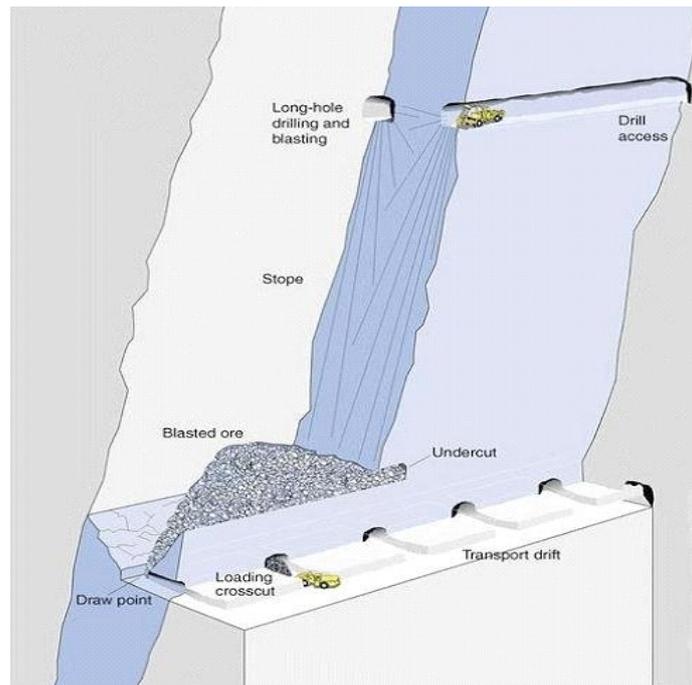


Figura 5-6: Schema-tipo di Long-Hole Stopping

Le gallerie di tracciamento verrenno realizzate lungo il filone, con larghezza variabile in funzione del corpo mineralizzato, e sezione minima di 10 - 12 m<sup>2</sup>, prevedendo un avanzamento medio di 3,00 m/volata.

Le trince di produzione avranno sviluppo verticale previsto di 8-14 m, e verranno scavate utilizzando la tipica maglia di sparo qui rappresentata:

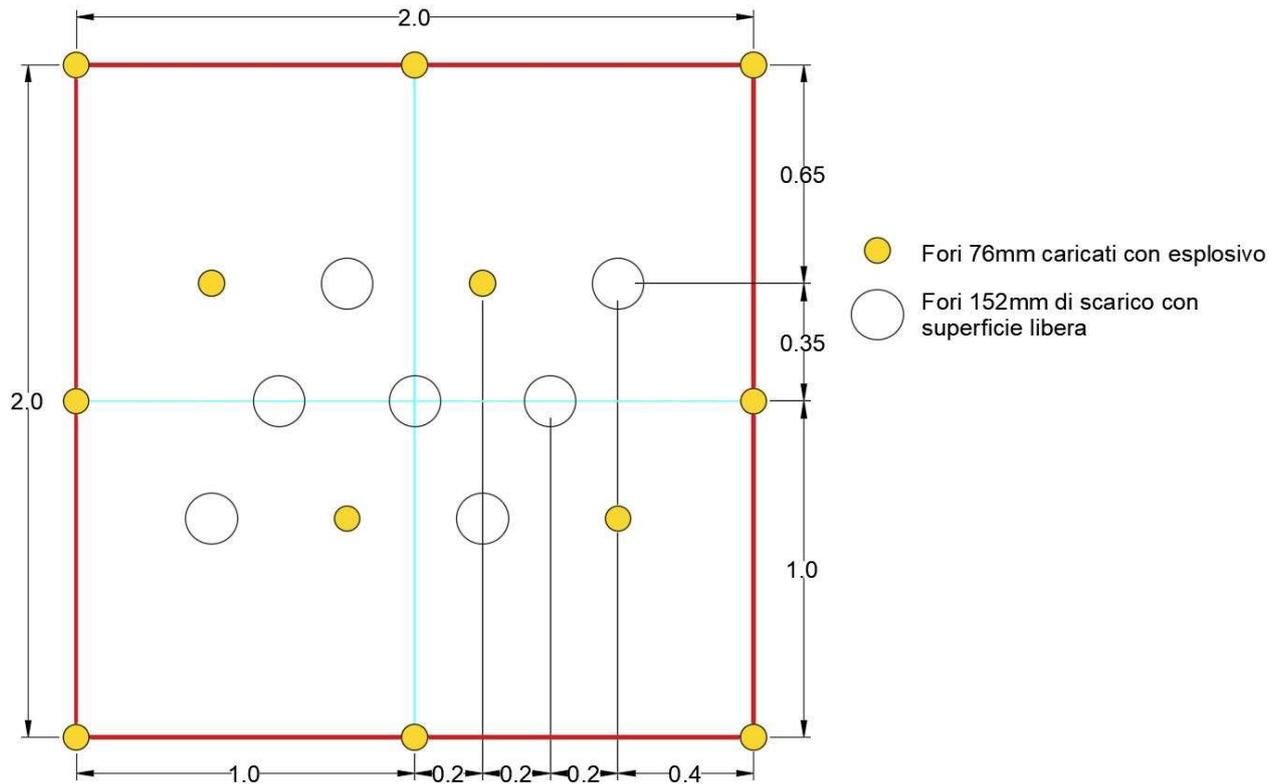


Figura 5-7: Schema-tipo volata di produzione con sistema LHOS

Il “drill factor” calcolato in base al tipo di volata scelta è di 3, 6 t/m perforato.

Dai calcoli effettuati in via preliminare da AMC, lo schema di volata per i vuoti minerari è rappresentato con spaziatura media di 1,2 m e distanza 1,5 m dal piede, con fori di diametro di 76 mm. Considerando che il frantoio in sotterraneo a cui verrà convogliato il minerale è stato calibrato per una pezzatura di 400 mm, applicando il modello “Kuz-Ram” è stata stimata la grandezza media di frammentazione del materiale secondo lo schema di volata preso in considerazione.

I dati elaborati ed i risultati ottenuti, illustrati in seguente, indicano una frammentazione massima della roccia di 300 mm.

**KUZ-RAM FRAGMENTATION ANALYSIS**

Project: **Gorno**  
 Rock Type: **Limestone**

**OPTION Proposed**

Intact Rock Properties		
Rock Factor		
Rock Type	Ignimbrite	
Rock Specific Gravity	2.7	SG
Elastic Modulus	35	GPa
UCS	122	MPa

Pattern Design	
Staggered or square	11
Hole Diameter	76 mm
Charge Length	13.48 m
Burden	1.2 m
Spacing	1.5 m
Drill Accuracy SD	0.05 m
Bench Height	15 m
Face Dip Direction	25 deg
Spacing to Burden	1.25
Powder Factor	0.84 kg/tonne
Charge Density	2.26 kg/m <sup>3</sup>
Charge Weight per hole	61.15 kg/hole

Jointing		
Spacing	0.35	m
Dip	30	deg
Dip Direction	180	deg
In-situ block	1.5	m

Explosives		
Density	1	SG
RwS	82%	(% ANFO)
Nominal VOD	4000	m/s
Effective VOD	4000	m/s
Explosive Strength	0.82	

Fragmentation Target Parameters	
Oversize	0.5 m
Optimum	0.4 m
Undersize	0 m

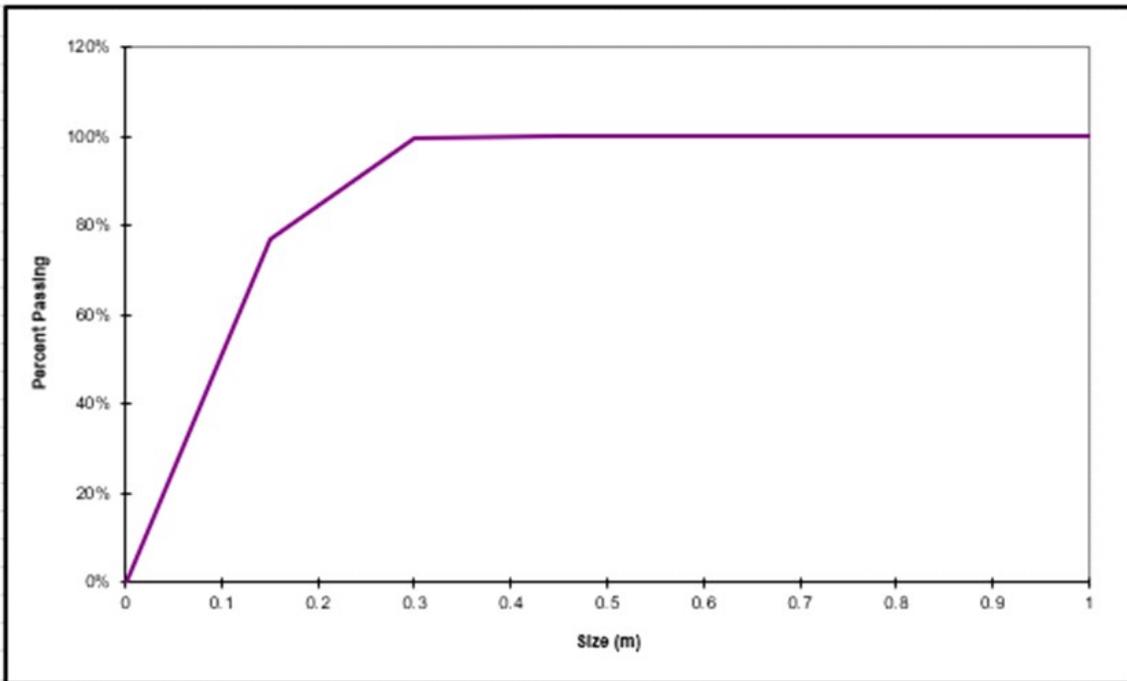


Figura 5-8: Modello di frammentazione "Kuz-Ram"

## 5.6 Camere e pilastri

Nelle parti di giacimento orizzontali o sub-orizzontali, è stato prescelto il sistema “camere & pilastri”, raffigurato schematicamente nelle Figure seguenti.

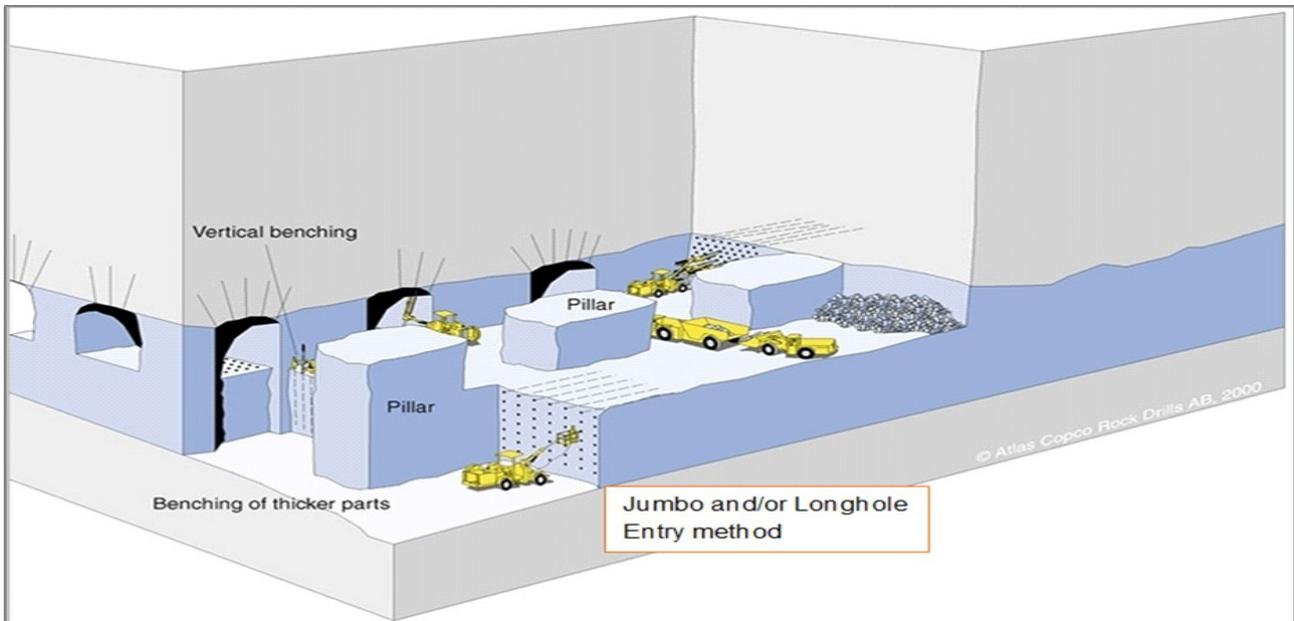


Figura 5-9: Schema del metodo di coltivazione "a camere e pilastri"

Le dimensioni delle camere sono ipotizzate pari a 3 m di altezza per 7 m di larghezza; per raggiungere la larghezza di progetto, si è programmato di scavare in due fasi successive, con la realizzazione di tunnel affiancati larghi circa 4m, al fine di garantire miglior stabilità e l’ottimizzazione dei tempi di installazione degli adeguati supporti.

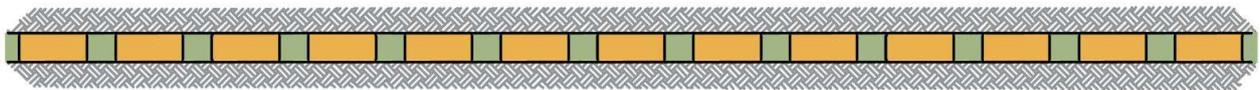


Figura 5-10: Sezione schematica del giacimento orizzontale coltivato con R&P

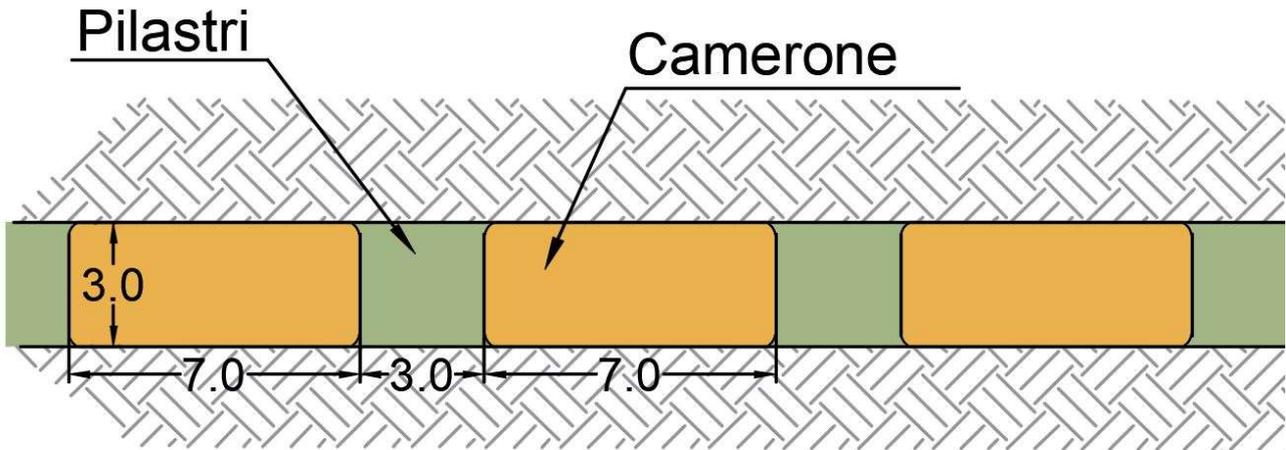


Figura 5-11: Particolare della sezione di giacimento con coltivazione R&P

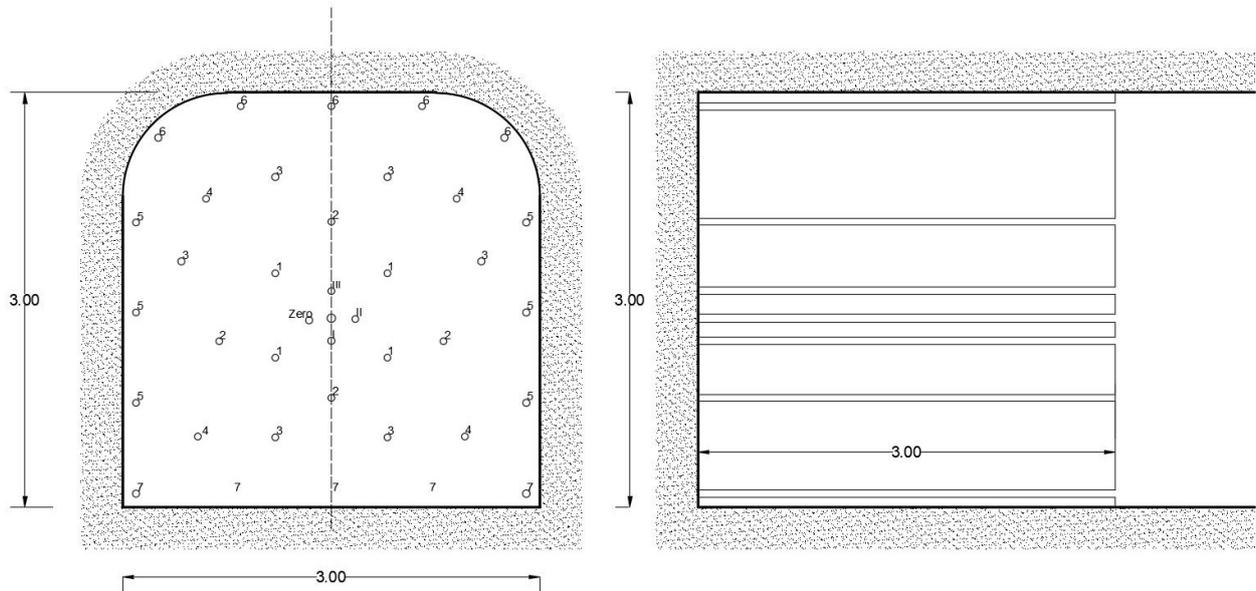


Figura 5-12: Schema delle volate previste nel metodo "Camere & Pilastrri"

Questo metodo di coltivazione prevede un recupero del minerale pari al 50-55%; il restante rimarrà nei pilastri di sostegno lasciati in posto, con sezione 3 X 3 m.

## 6 Caratteristiche e utilizzo delle sostanze esplosive per la coltivazione

Le indicazioni specifiche sull'impiego degli esplosivi sono in questa sede meramente previsionali, in virtù della conoscenza dell'ammasso roccioso, del tipo di coltivazione applicato e delle caratteristiche dei luoghi di lavoro.

Per le sue caratteristiche di versatilità, facilità di maneggiamento e scarsa tossicità, si prevede l'utilizzo di AN-FO, un esplosivo a base di ammonio nitrato poroso e olio minerale come combustibile; generalmente questo prodotto non viene impiegato in ambienti caratterizzati da forte presenza di acqua, ma la miniera Monica presenta condizioni idonee al suo impiego, salvo applicazioni puntuali specifiche.

L'AN-FO è confezionato in cartucce aventi lunghezza di 500 mm circa con diametro variabile fra 50 e 90 mm, ed in sacchetti da 5 e 25 kg.; per elasticità di impiego, si prevede l'utilizzo di questo prodotto soprattutto sfuso (con caricamento pneumatico in foro), operazione prevista dalla buona tecnica mineraria e resa possibile con la corretta applicazione della normativa specifica.

In queste condizioni si prevede infatti un sistema di caricamento il più possibile meccanizzato e standardizzato, con il minimo uso di personale e tempi, e sensibile riduzione del consumo di esplosivo – realizzando oltretutto la continuità di carica in canna.



*Figura 6-1: Mezzo per trasporto e caricamento dell'esplosivo sfuso in sottoterraneo*

L'esplosivo sfuso e allo stato granulare viene immesso nei fori attraverso aria compressa: sostanzialmente l'esplosivo viene inserito in una "pentola di lancio" che viene messa in pressione e dalla quale diparte un tubo di gomma inserito a mano fino in fondo al foro da caricare. Mediante una valvola, la pressione produce la conseguente uscita d'esplosivo. Man mano che il foro si riempie, il tubo di gomma risale naturalmente verso la bocca foro.

L'operatore comanda manualmente la mandata dell'aria e dell'esplosivo e può immediatamente arrestare l'operazione in qualsiasi momento. Tale processo, a regime, ha durata di circa 2 minuti per foro ed è attuabile anche per i fori caricati verso l'alto. Tale procedura è utilizzata da tempo in altri paesi europei (in Irlanda, Grecia, Portogallo, Paesi Scandinavi).

In applicazione del D. Lgs. 624 /96, sarà fatta richiesta di autorizzazione al caricamento pneumatico di esplosivo sfuso allo stato granulare alle autorità di Pubblica Vigilanza (Polizia Mineraria), procedura peraltro prevista anche per altre realtà estrattive in Regione Lombardia.

Lo stoccaggio dell'esplosivo deve essere fatto in locali progettati allo scopo, che garantiscano le adeguati requisiti di sicurezza; la riservetta (cosiddetta "Santa Barbara") per il deposito temporaneo dell'esplosivo, attualmente ubicata al livello 940 m slm, e avente accesso diretto dal Cantiere Cà Pasi, è già stata autorizzata allo scopo e verrà mantenuta anche nella ripresa della nuova coltivazione.

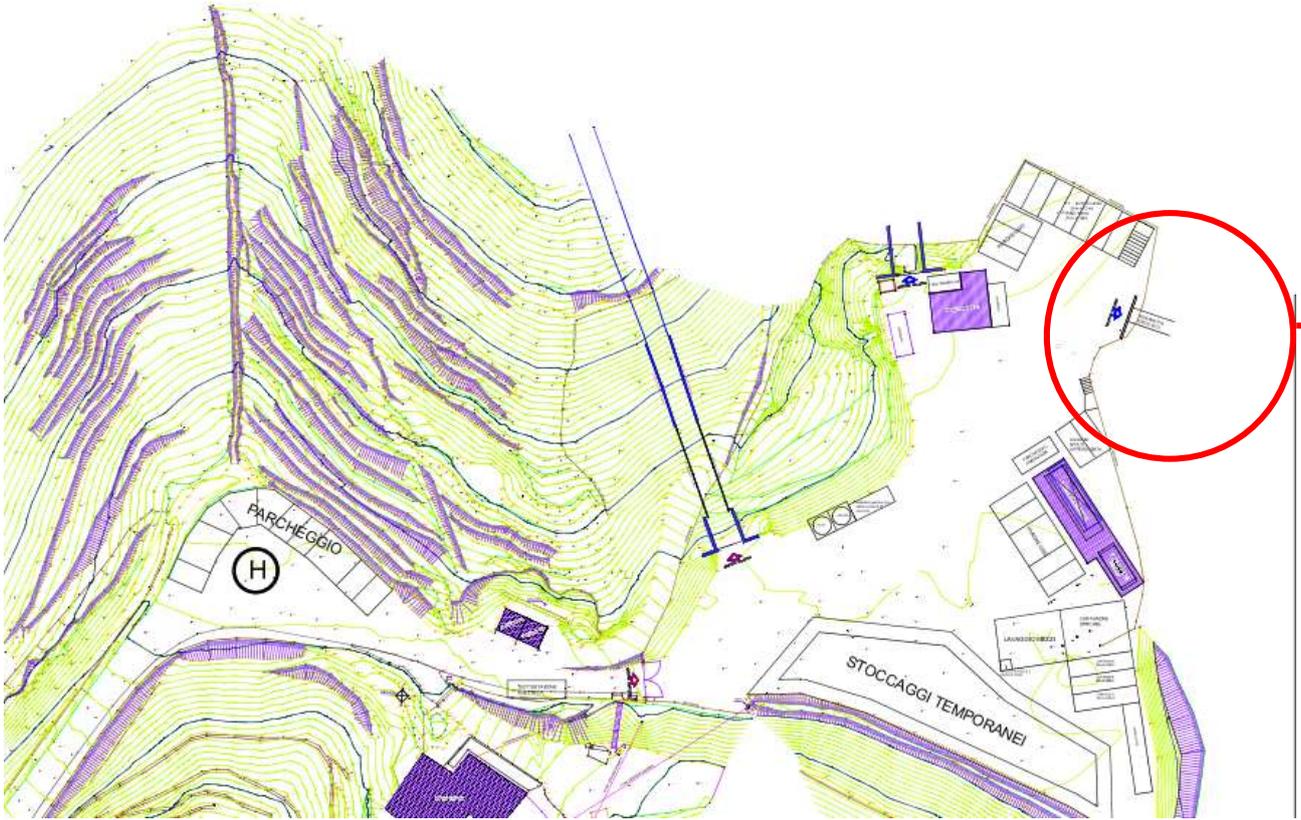


Figura 6-2: Localizzazione della riservetta di Cà Pasi nell'area pertinenziale a quota 940 m slm

Scala 1:500

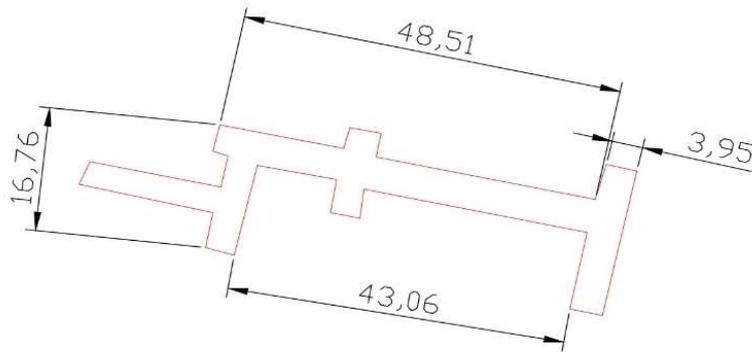


Fig. 6-3: Particolare costruttivo e dimensionale della "Santa Barbara" di Cà Pasi

## 7 Sviluppo e produzione della miniera: rappresentazioni schematiche

A completamento di quanto illustrato, si riportano di seguito alcuni schemi e rappresentazioni di dettaglio ritenuti utili alla miglior comprensione del progetto minerario, nello specifico:

- le ipotesi di messa in produzione della miniera, realizzate partendo dai modelli 3D della Colonna Zorzone (con evidenziati i tracciamenti e le gallerie storiche ed in progetto);
- i particolari delle zone produttive: cameroni sotterranei ed impianti di pre-trattamento (cernita), rampe e gallerie di servizio;
- le modalità di coltivazione applicate al giacimento nel suo complesso, ovviamente a livello progettuale schematico

Nota Bene: le immagini sono estratte dalla modellizzazione realizzata da AMC, con dettagli operativi ri-editati dallo staff EMI /RTP.



*Fig. 7-1: - Vista isometrica verso Nord della discenderia di produzione.*

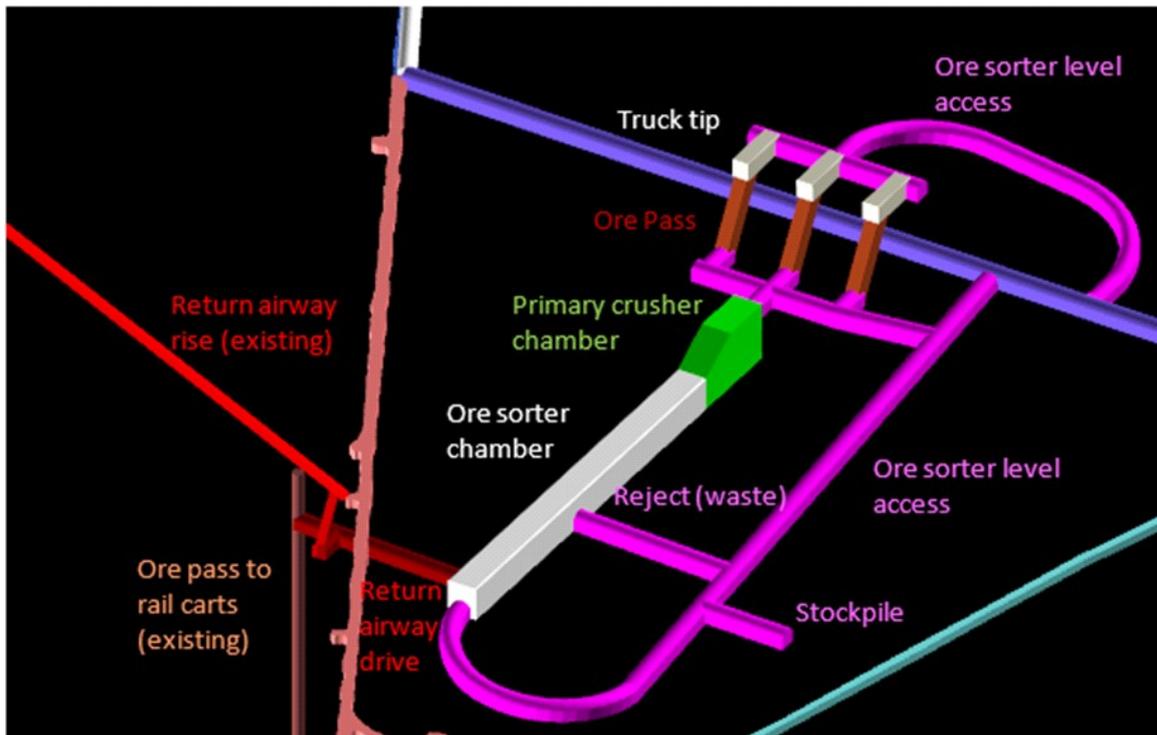


Fig. 7-2: - Vista isometrica verso Sud delle camere di frantumazione e cernita

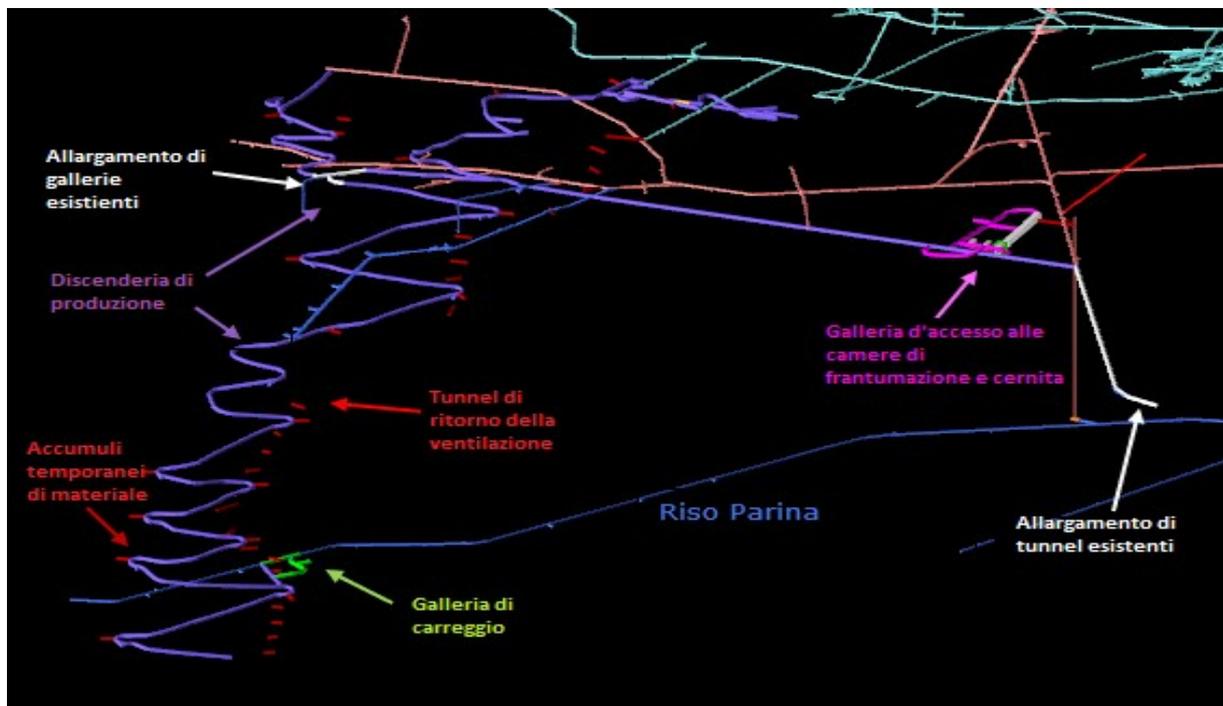


Fig. 7-3: - Vista isometrica verso Nord di tutte le gallerie di sviluppo (Colonna Zorzone)

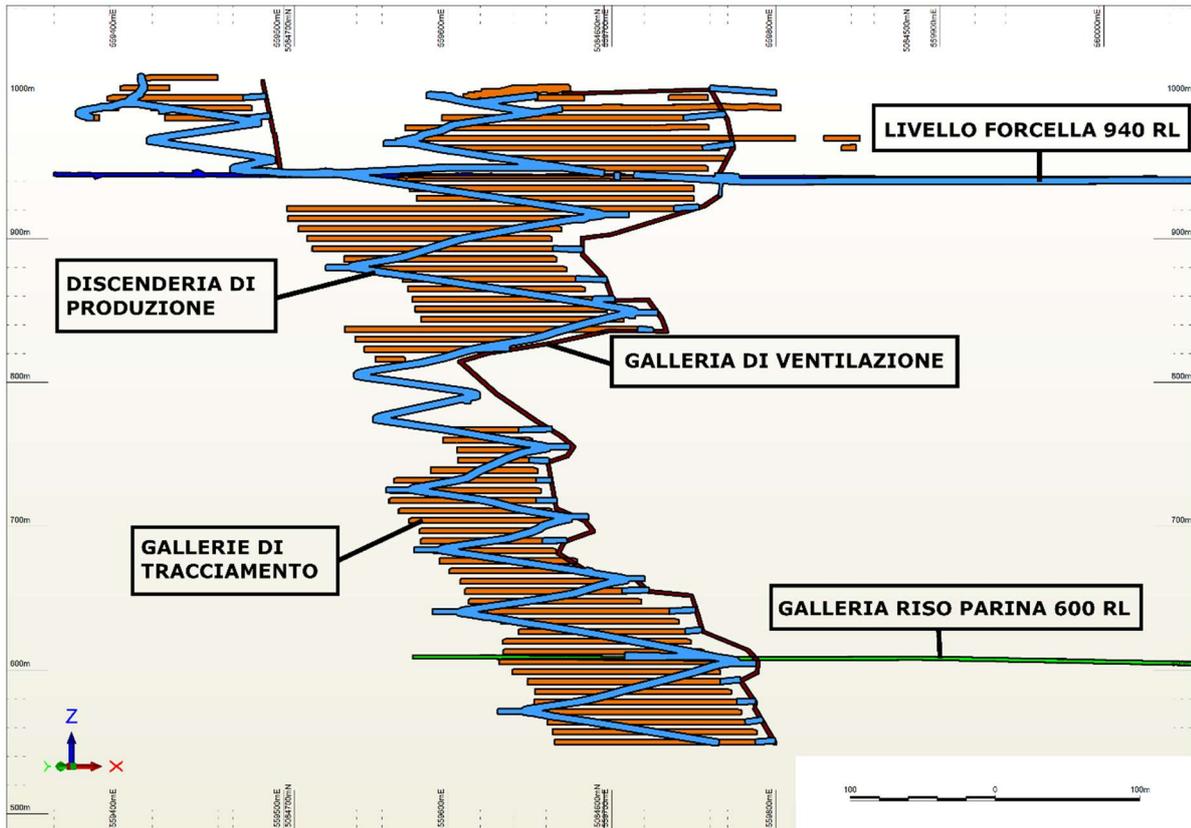


Fig. 7-4: Sezione/prospetto della miniera, con gallerie di tracciamento e produzione

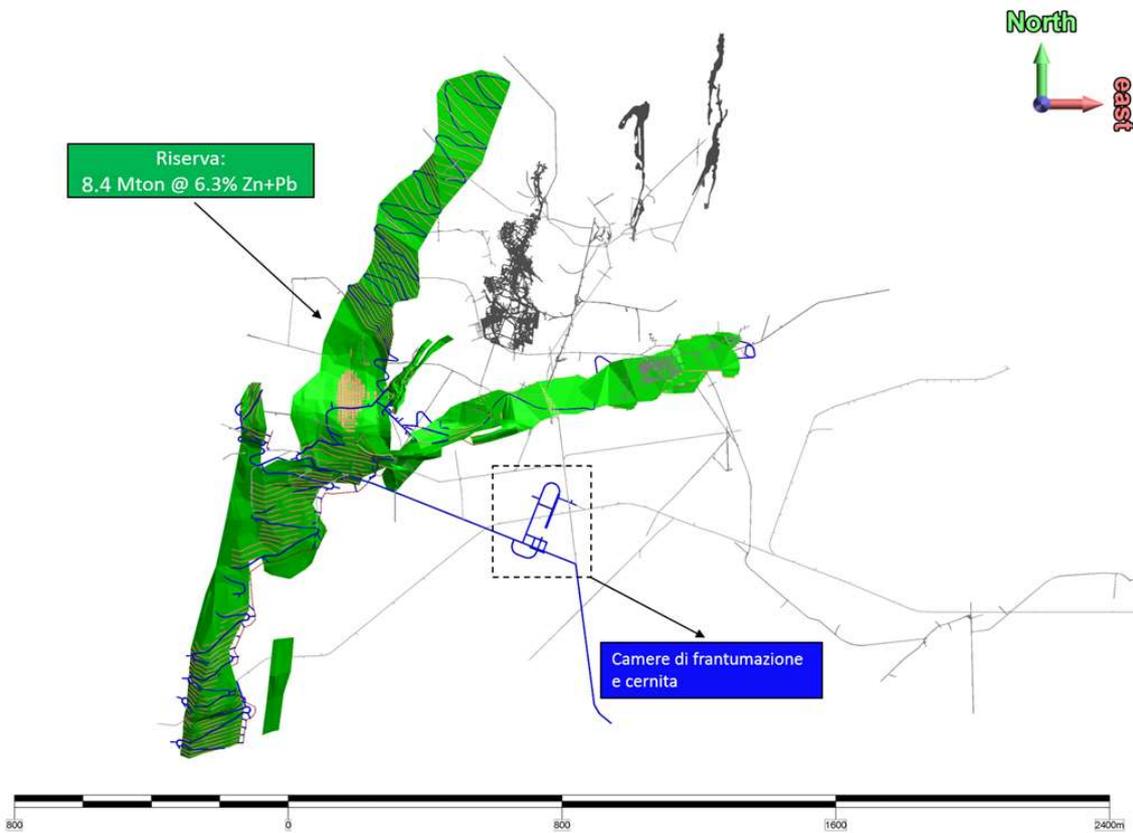


Fig. 7-5: Schema del giacimento complessivo con rampe d'accesso e pertinenze

## 7.1 Sequenza di coltivazione

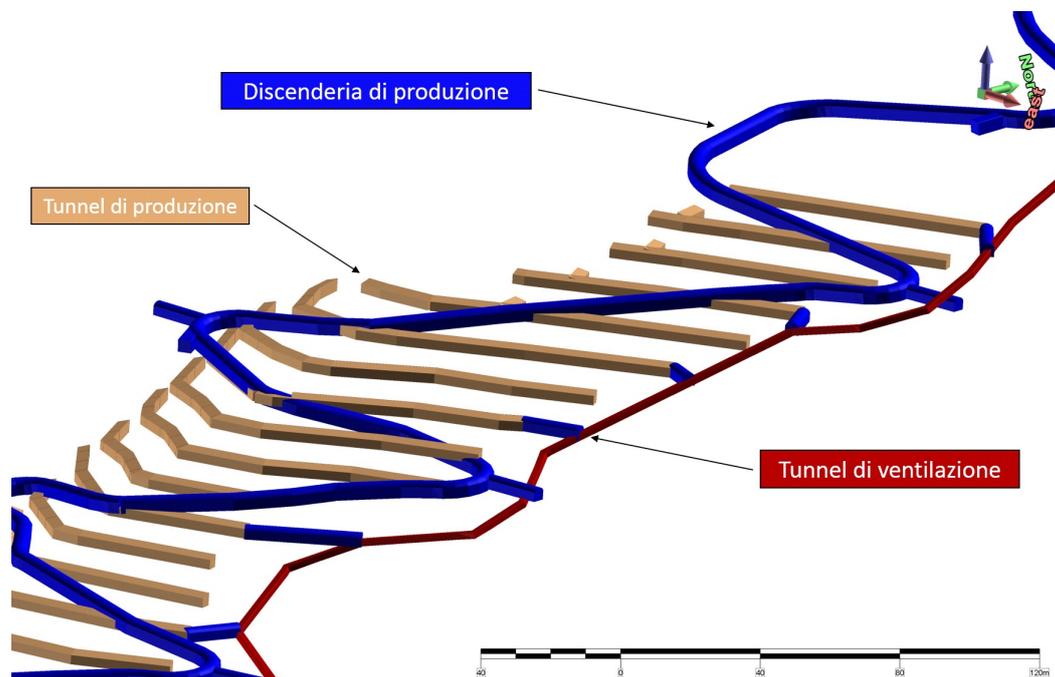


Fig. 7-6: Particolare del sistema discenderia/gallerie di produzione

### 7.1.1 Dati

La sequenza di coltivazione è stata elaborata utilizzando il software “Deswik Scheduler”, partendo dal piano di coltivazione e basandosi sugli equipaggiamenti designati per lo svolgimento dell’attività mineraria. In particolare i principali indici analizzati sono riassunti nella tabella seguente.

Stime di sequenze di coltivazione	Unità di misura	Quantità
<i>Sviluppo</i>		
<i>Sviluppo per ciascun Jumbo</i>	m/mese	200
<i>Fronte di avanzamento della discenderia</i>	m/mese	150
<i>Altri fronti di avanzamento</i>	m/mese	90
<i>Avanzamento degli allargamenti</i>	m/mese	250
<i>Tunnel verticali</i>		
<i>Fronti di avanzamento verticali</i>	m/mese	90
<i>Coltivazione</i>		
<i>Carotaggi di produzione</i>	m/giorno	150
<i>Tasso di produzione</i>	ton/giorno	400
<i>Riempimento vuoti di coltivazione</i>	m <sup>3</sup> /giorno	250

Tabella 5: Rapporti massimi di produzione.

La sequenza di coltivazione è basata su 6 giorni a settimana di sparo mine.

Si stima che la discenderia di produzione avrà un avanzamento di 150 m/mese e i tunnel verticali uno sviluppo massimo di 6 metri/giorno.

La stima dei tempi di trasporto (ton/Km) è basata sulla conduzione del materiale estratto al frantoio, posto al livello 940 m slm, attraverso la discenderia di produzione.

### 7.1.2 Risultati

Lo studio della sequenza di coltivazione ha portato a stimare una produzione massima di 325 kt/anno durante il quarto anno di attività, ovvero 30 mesi dall'inizio della creazione della discenderia di produzione.

A seguire, si stima di mantenere un valore di circa 157 kt/anno per i 15 anni del piano di coltivazione per poi diminuire negli ultimi due anni di attività mineraria.

*I valori chiave sono illustrati in Tabella 6- Dati chiave della produzione e svolgimento della attività propedeutiche alla coltivazione mineraria*

Nome attività	Durata
<b>PROGETTO</b>	<b>6570 g</b>
<b>CA' PASI APPRONTAMENTO</b>	<b>380 g</b>
Approntamento area cantiere esterna	80 g
Allargamento tunnel esistenti	300 g
Allargamento tunnel-traforo	300 g
Adeguamento ponte Val Vedra	30 g
<b>IMPIANTO DI TRATTAMENTO</b>	<b>1037,13 g</b>
Procedura ambientale	362,13 g
Progettazione definitiva impianto	220 g
AIA	250 g
Realizzazione impianto	383,13 g
<b>SISTEMAZIONE RISO PARINA</b>	<b>390 g</b>
Approntamento cantiere, con sistemazione aree tramoggia esterne d'interscambio	60 g
Sistemazione e messa in sicurezza	330,13 g
<b>CAMERE DI FRANTUMAZIONE E CERNITA</b>	<b>420,13 g</b>
Scavo e completamento dei cameroni	360 g
Realizzazione galleria diretta	170 g
Alloggiamento e messa in esercizio dei macchinari	60 g
<b>ESERCIZIO E COLTIVAZIONE MINERARIA</b>	<b>5475 g</b>
Inizio discenderia di produzione	1 g
Primo minerale estratto	30 g
Coltivazione mineraria	5440 g

Recupero ambientale	180 g
---------------------	-------

*Tabella 6- Dati chiave della produzione e svolgimento della attività propedeutiche alla coltivazione mineraria*

La realizzazione della discenderia di produzione all'interno del corpo mineralizzato consentirà di immagazzinare minerale già nella fase di pre-produzione, minimizzando per quanto possibile la quantità di roccia sterile estratta.

Le 1,544 kt di tout venant saranno sottoposte a cernita mediante "ore sorter", ottenendo 926 kt al 9.0% Zn, 2.3% Pb e 46 g/t Ag di pre-concentrato che verrà trasportato all'impianto di trattamento e 618 kt di scarto.

## 8 Geotecnica

### 8.1 Introduzione

In questo capitolo vengono riassunti i concetti principali contenuti nella relazione specialistica di progetto dal titolo “RT11\_RELAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA” e, in particolare, vengono illustrati i risultati delle indagini geognostiche, la caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi e geotecnica dei terreni interessati dalla realizzazione del piano di coltivazione e le analisi di stabilità delle opere in sotterraneo e le scelte progettuali.

Nella fase investigativa, la campagna di indagini geognostiche ha previsto la realizzazione di una serie di sondaggi (la maggior parte dei quali all’interno dei tunnel esistenti) e la realizzazione di rilievi strutturali e geomeccanici lungo i tunnel esistenti.

Dai sondaggi sono stati estratti campioni di roccia per una lunghezza complessiva di 11.200 m. Allo scopo di ricostruire il modello geologico e geomeccanico di riferimento progettuale i campioni di roccia sono stati fotografati e descritti sia da un punto di vista geologico-stratigrafico-mineralogico sia dal punto di vista geomeccanico (giacitura e orientazione delle principali famiglie di discontinuità, descrizione delle stesse, grado di alterazione, RQD%, etc.) allo scopo di definire la qualità dell’ammasso roccioso attraverso l’utilizzo del sistema Q values (Barton, Lien e Lunde, 1974). Sugli stessi campioni raccolti sono state realizzate delle prove di laboratorio (o in sito) per la determinazione dei parametri fisici e geotecnici.

All’interno delle gallerie esistenti, invece, è stato realizzato un rilievo geologico, strutturale e geomeccanico, all’interno delle gallerie minerarie esistenti, per uno sviluppo totale di 57 m, sulle differenti unità geologiche presenti nell’area: Formazione di Breno, Formazione delle Arenarie di Val Sabbia, Formazione dei Calcari Metalliferi e Formazione di Gorno (Calcari e siltiti).

Nei paragrafi seguenti sono riportate le conclusioni degli studi geotecnici e geomeccanici.

### 8.2 Caratterizzazione dei suoli di progetto

Allo scopo di realizzare la caratterizzazione geotecnica preliminare, necessaria per la progettazione delle principali opere in esterno, sono stati utilizzati i risultati di indagini geognostiche,

in possesso degli scriventi, realizzate sull'area di progetto (o in aree adiacenti), i dati contenuti negli studi geologici comunali e dati bibliografici.

Le principali opere da realizzarsi in superficie, che compongono il piano di coltivazione "Gorno Zinc Project", sono le seguenti: cantiere operativo in località Cà Pasi (Oltre il Colle) che include la realizzazione della rete elettrica e della strada di accesso; e impianto di trattamento del materiale (Gorno).

Qui di seguito sono riportati i risultati della parametrizzazione geotecnica preliminare suddivisa per le due principali opere in progetto da realizzare in esterno.

### 8.2.1 Caratterizzazione geotecnica preliminare per la progettazione del cantiere operativo (Località Cà Pasi)

Nella tabella seguente è riportata la parametrizzazione geotecnica preliminare dell'area del cantiere operativo di Cà Pasi.

*Tabella 7: Parametri geotecnici preliminare di caratterizzazione del sottosuolo di progetto in località Cà Pasi.*

Descrizione	Codice orizzonte	Profondità del letto (m da p.c.)	Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	Compressione monoassiale	GSI	Coesione (Mpa)	Angolo di Attrito (°)	Modulo di deformazione (MPa)
<b>Brecce caotiche alterate</b>	1	>5?	24-26	30-40	30-40		35-38	850-870
<b>Formazione di Gorno alterata e frattura</b>	2	>30	25-27	50-100	40-50	0,070-0,090*	38-40*	1900-2000*
<b>Formazione delle Arenarie di Val Sabbia.</b>	3	>30	25-27	50-100	40-50	0,070-0,090*	38-40*	1900-2000*

\*Valori calcolati considerando l'altezza del pendio si 10 m e un valore di disturbo d=1.

Il substrato roccioso, se sub-affiorante, può essere ricoperto da uno strato, di spessore metrico, costituito da depositi di origine eluvio-colluviali. Tali depositi, che derivano dal dilavamento delle

coltri eluviali del substrato roccioso sottostante, sono costituiti prevalentemente da limi sabbioso-argillosi con sparsi frammenti litici. Localmente la frazione sabbiosa diviene nettamente subordinata e prevalgono i limi e le argille. Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche, ai terreni con abbondante matrice fine si può attribuire un valore di coesione non drenata  $c_u$  compreso tra 0.6 e 0.8 kg/cm<sup>2</sup>, mentre i materiali più grossolani hanno un valore di angolo di attrito  $\phi'$  di 30°÷32°.

Dalle evidenze di sito, che mostrano la presenza del substrato roccioso, affiorante o subaffiorante, con spessore delle coltre superficiale nell'intorno del metro da piano campagna, e ragionevole attribuire, al sottosuolo di progetto, *un categoria di sottosuolo A*, secondo le N.T.C., 2018, definita come *“Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m”*.

Al fine di determinare i parametri geotecnici delle diverse formazioni presenti nel distretto minerario di Gorno, sono state effettuate una serie di prove di laboratorio su ciascun litotipo, ad eccezione delle “black shales”, essendo queste ultime difficili da ricostruire dai carotaggi e non disponendo di altri campioni utilizzabili.

Le prove sono state realizzate presso i laboratori dell'Università degli studi Milano-Bicocca nel 2018 e i risultati sono sintetizzati in Tabella 8 e in Tabella 9.

In Figura 8-1 è illustrata la distribuzione statistica dei valori UCS (“sforzo di compressione monoassiale”), mentre in quella relativa ai valori UTS (“sforzo di trazione uniassiale”).

Sono stati effettuati inoltre test di compressione triassiale, al fine di determinare i parametri geotecnici quali il modulo di Young (E) e il rapporto di Poisson ( $\nu$ ). Questi valori sono mostrati in, Figura 8-2

Tabella 8: Proprietà della roccia intatta e risultati test di laboratorio - UCS e costanti elastiche.

Litologia	UCS (Mpa)			E (Gpa)			$\nu$		
	Media	Deviazione Standard	Quantità	Media	Deviazione Standard	Quantità	Media	Deviazione Standard	Quantità
Formazione di Breno (calcare)	122	36.5	5	40	21.2	10	0.28	0.11	10
Formazione di Gorno (siltite)	158	45.7	2	52	12.0	5	0.21	0.01	5
Formazione di Gorno (marna)	-	-	-	29	12.8	4	0.14	0.26	4

Arenaria di Valsabbia (ossidata)	102	2.6	2	46	45.3	5	0.25	0.12	5
Arenaria di Valsabbia (ridotta)	51	25.3	2	32	15.2	2	0.30	0.04	2
Arenaria di Valsabbia (marna)	0	0	0	32	7.2	2	0.36	0.04	2

Tabella 9: Proprietà della roccia intatta e risultati test di laboratorio - UTS e densità.

Litologia	UTS (Mpa)			Densità (t/m3)		
	Media	Deviazion e Standard	Quantità	Media	Deviazione Standard	Quantità
Formazione di Breno (calcare)	6	4.5	5	2.66	0.05	15
Formazione di Gorno (siltite)	9	7.0	3	2.76	0.06	10
Formazione di Gorno (marna)	10	-	1	2.72	0.05	5
Arenaria di Valsabbia (ossidata)	-	-	-	2.73	0.03	5
Arenaria di Valsabbia (ridotta)	8	4.7	5	2.64	0.26	7
Arenaria di Valsabbia (marna)	-	-	-	2.86	0.19	2

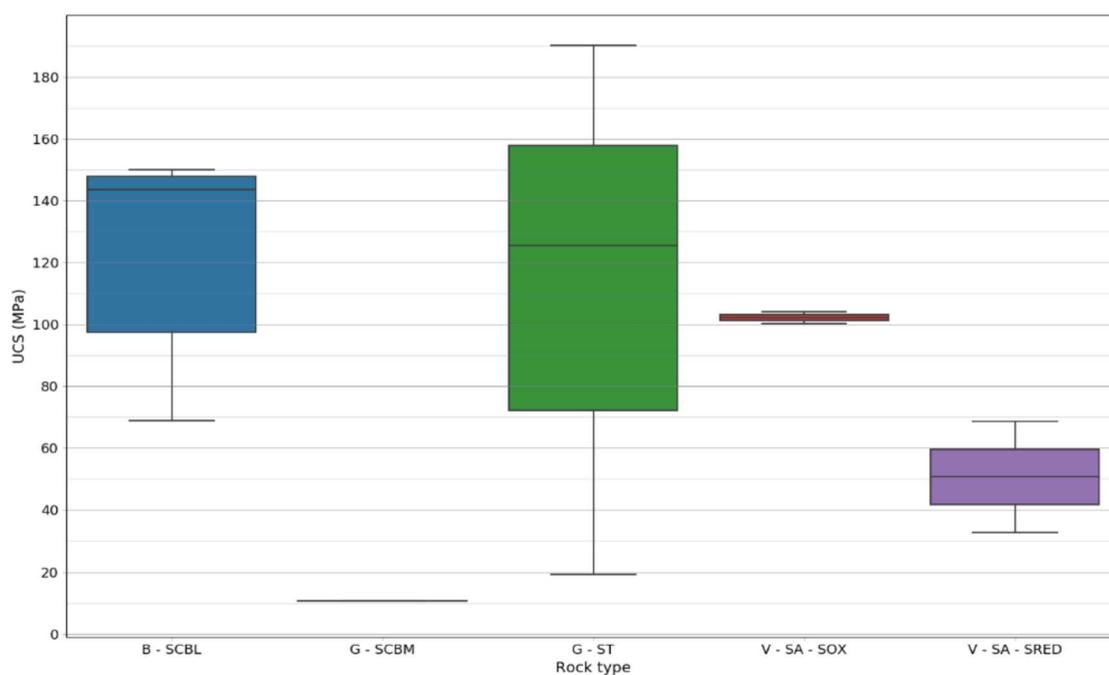


Figura 8-1: Distribuzione statistica valori UCS.

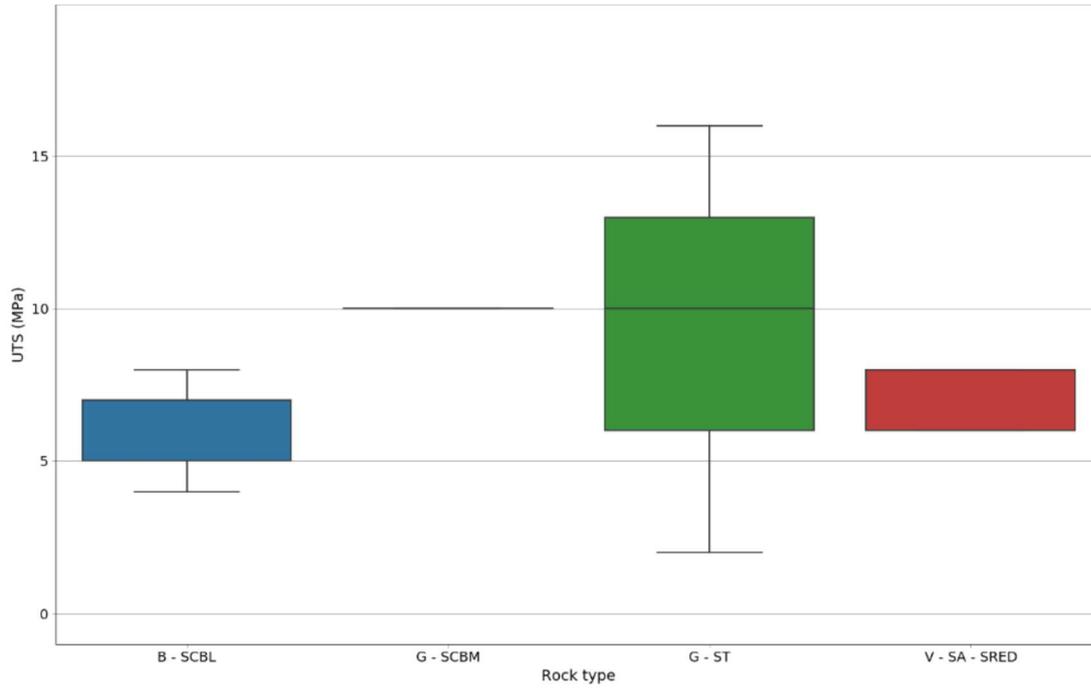


Figura 8-2-Distribuzione statistica valori UTS

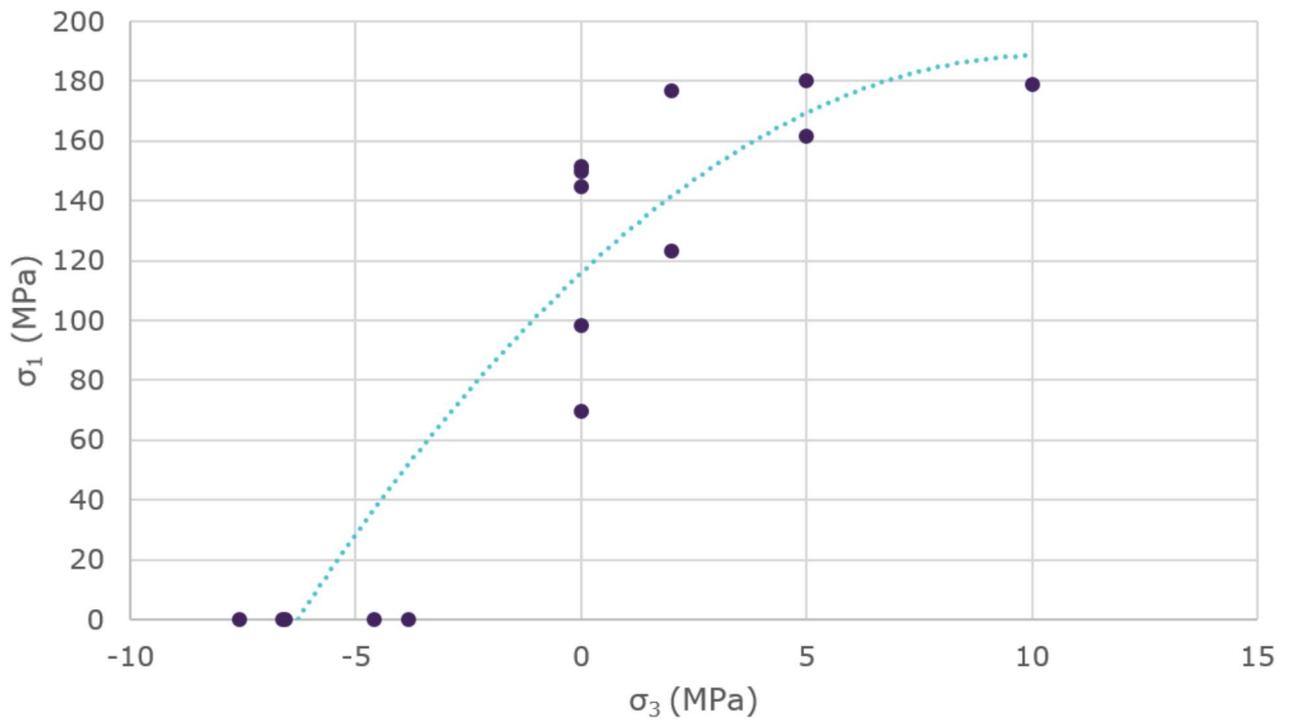


Figura 8-3- Risultati prova di compressione mono-assiale (Formazione di Breno).

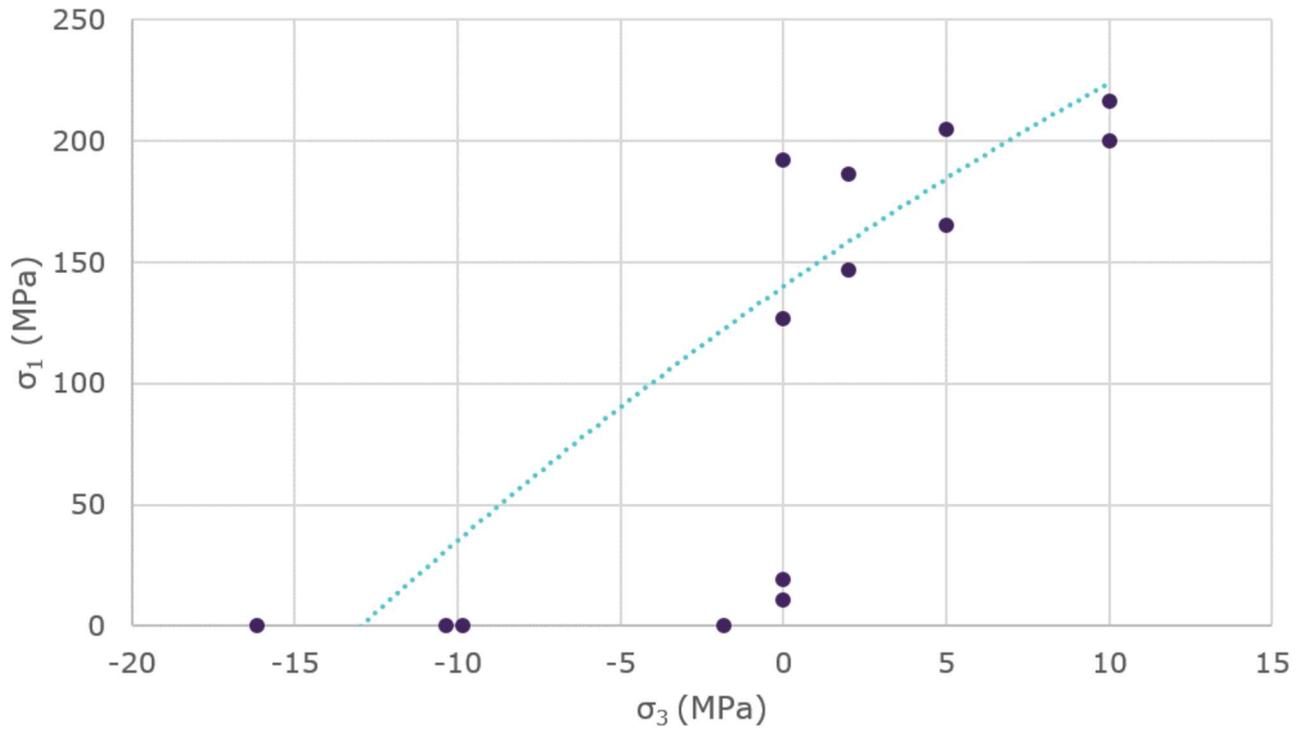


Figura 8-4: Risultati prove a compressione triassiale (Formazione di Gorno)

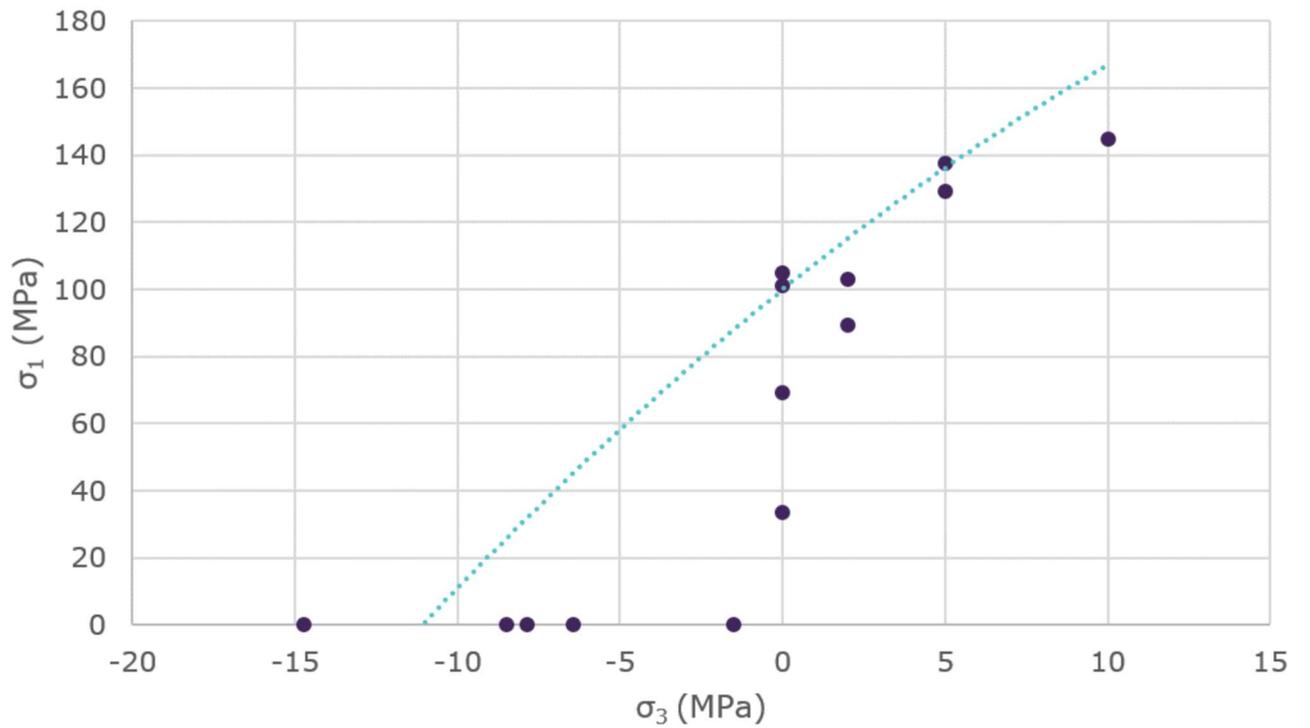


Figura 8-5: Risultati prove a compressione triassiale (Arenaria di Valsabbia)

## 8.3 Caratterizzazione geotecnica-geomeccanica degli ammassi rocciosi

### 8.3.1 Introduzione

La modellazione geomeccanica di riferimento progettuale è stata sviluppata sulla base dei dati geologici, strutturali e geomeccanici raccolti dal 2015 e 2017 (rilievo sulle carote dei sondaggi espletivi e rilievo dei tunnel esistenti).

Nella caratterizzazione geomeccanica sono stati esaminati, in modo sequenziale, i diversi tipi di ammasso (e formazioni geologiche) intercettati dalle opere in sotterraneo costituenti il progetto di coltivazione, le caratteristiche geostrutturali e successivamente le specifiche componenti (matrice rocciosa e discontinuità).

La caratterizzazione risultante costituisce anche la base del procedimento di classificazione geomeccanica degli ammassi attraverso la quale si arriva alla definizione dei cosiddetti "indici di qualità".

Per la caratterizzazione della matrice roccia sono state realizzate prove di laboratorio e in sito i cui risultati sono riassunti nei paragrafi seguenti.

### 8.3.2 Prove di laboratorio

Al fine di determinare i parametri geotecnici/geomeccanici base delle diverse litologie presenti nel distretto minerario di Gorno, sono state effettuate una serie di prove di laboratorio su tutte le tipologie di roccia e formazioni geologiche ad eccezione dell'unità delle "black shales".

Tale litotipo, infatti, possedendo caratteristiche geomeccaniche da scarse a molto scarse e spessori degli strati spesso esigui, è risultato difficile da campionare (materiale tenero che si può frantumare se perforato). Per questo motivo non è stato possibile recuperare campioni di scisti neri intatti su cui realizzare prove di laboratorio. Le prove di laboratorio sono state realizzate presso i laboratori dell'Università degli studi Milano - Bicocca nel 2018.

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i risultati delle prove di laboratorio.

Tabella 10: Tabella riassuntiva dei risultati delle prove di laboratorio realizzate sulla roccia intatta - Prove di compressione.

Litologia	UCS (Mpa)			E (Gpa)			v		
	Media	Deviazione Standard	Quantità	Media	Deviazione Standard	Quantità	Media	Deviazione Standard	Quantità
Formazione di Breno (calcare)- SCBL	122	36.5	5	40	21.2	10	0.28	0.11	10
Formazione di Gorno (siltite)- ST	158	45.7	2	52	12.0	5	0.21	0.01	5
Formazione di Gorno (marna) SCBM	-	-	-	29	12.8	4	0.14	0.26	4
Arenaria di Valsabbia (ossidata) - SA	102	2.6	2	46	45.3	5	0.25	0.12	5
Arenaria di Valsabbia (ridotta) - SA	51	25.3	2	32	15.2	2	0.30	0.04	2
Arenaria di Valsabbia (marna) - SCBM	0	0	0	32	7.2	2	0.36	0.04	2

1 Valori di compressione della roccia intatta. Sono stati scartati i campioni rotti lungo le superfici di discontinuità.

Tabella 11: Tabella riassuntiva dei risultati delle prove di laboratorio realizzate sulla roccia intatta - Prove di trazione.

Litologia	UTS (Mpa)			Densità (t/m3)		
	Media	Deviazione Standard	Quantità	Media	Deviazione Standard	Quantità
Formazione di Breno (calcare) - SCBL	6	4.5	5	2.66	0.05	15
Formazione di Gorno (siltite) - ST	9	7.0	3	2.76	0.06	10
Formazione di Gorno (marna) - SCBM	10	-	1	2.72	0.05	5
Arenaria di Valsabbia (ossidata) - SA	-	-	-	2.73	0.03	5
Arenaria di Valsabbia (ridotta) - SA	8	4.7	5	2.64	0.26	7
Arenaria di Valsabbia (marna) - SCBM	-	-	-	2.86	0.19	2

### 8.3.3 In situ stress

Le misure dello sforzo tensionale in situ (Parametro k) sono state effettuate, da consulenti esterni certificati (Sial.Tec.), sulla sola Formazione di Breno mediante l'esecuzione di n. 4 prove di sovracarotaggio con la tecnica CSIRO HI CELL i cui risultati sono riportati nella seguente tabella (Tab. 3.3).

Le misurazioni hanno indicato che la direzione dello sforzo principale è sub-verticale e si avvicina a quella del carico sovrastante.

Stress Principale	Forza (Mpa/m)	Inclinazione (°)	Direzione (°)
$\sigma_1$	0.033	53.200	108.800
$\sigma_2$	0.017	30.485	326.900
$\sigma_3$	0.011	18.574	225.491

Tabella 12: Risultati prova realizzata per determinare lo sforzo tensionale in situ

#### 8.3.4 Rischio sismico

A partire dal 2003 sono stati emanati i criteri della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Il territorio italiano è stato diviso in 4 zone a pericolosità sismica decrescente.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a <sub>g</sub> /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Zone sismiche e relativi valori di accelerazione (O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006).

I comuni di Oltre il Colle e Gorno, su cui insiste il progetto, ricadono, nella zona sismica 3 (Bassa sismicità) a cui corrisponde una accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni minore di 0,15 (ag/g), che si traduce in una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico compreso tra 0,05 e 0,15 (ag/g) riferita a suoli molto rigidi.

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03016116	BG	GORNO	3	0,09201
03016146	BG	OLTRE IL COLLE	3	0,081271

Zona sismica (d.g.r. 11 luglio 2014, n. 2129).

Considerando la moderata profondità della futura area di estrazione (circa 500 m sotto la superficie) ed i valori favorevoli riguardanti lo sforzo in situ, il rischio sismico è considerato basso.

#### 8.4 Classificazione dell'ammasso roccioso

La classificazione dell'ammasso roccioso è utilizzata per diverse applicazioni nell'ambito dello studio di stabilità dei vuoti minerari e si basa su parametri ricavati dal logging geotecnico dei carotaggi esplorativi svolti da EMI e dai rilievi geomeccanici svolti in sottterraneo.

L'indice di qualità dell'ammasso roccioso (Q) è utilizzato per le valutazioni di stabilità durante lo scavo di tunnel ed è calcolato secondo la seguente formula:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

Dove:

RQD è l'indice di qualità dell'ammasso roccioso definito da Deere et al (1967).

J<sub>n</sub> è il numero di set di fratture presenti nell'ammasso roccioso (i valori variano da 0.5 a 20).

J<sub>r</sub> è l'indice di rugosità delle superfici di discontinuità (i valori variano da 0.5 a 4.0).

J<sub>a</sub> è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle discontinuità (i valori variano da 0.75 a 20).

J<sub>w</sub> è un parametro che dipende dalla presenza di acqua (i valori variano da 0.05 a 1). Se le condizioni della miniera sono asciutte si utilizza il valore 1, mentre dove si hanno piccole venute di acqua (per lo più in presenza di faglie) si utilizza il valore 0.66.

SRF è il fattore di riduzione dello sforzo. Nel caso sotto esame sono stati attribuiti valori variabili da 1 a 14, in particolare dove si presentano condizioni dell'ammasso roccioso molto alterate si è utilizzato il valore 10.

Nella Tabella 13 è illustrata una descrizione qualitativa dell'ammasso roccioso basato sui valori di Q.

Valore Q	Descrizione qualitativa dell'ammasso roccioso
0.001-0.01	Estremamente scarso
0.01-0.1	Gravemente scarso
0.1-1	Molto scarso
1-4	Scarso
4-10	Discreto
10-40	Buono
40-100	Molto buono
100-400	Estremamente buono
400-1000	Eccezionalmente buono

Tabella 13: Classificazione dell'ammasso roccioso basato sul valore Q (Barton Lien e Lunde, 1974)

Gli stereogrammi di distribuzione sono generati a partire dai parametri chiave dell'ammasso roccioso, includendo RQD, numero di discontinuità ( $J_n$ ), rugosità delle superfici di discontinuità ( $J_r$ ), riempimento delle fratture, litologia e i valori di Q derivati.

Un sommario dei valori riguardanti i principali litotipi è presente nella Tabella 14.

Litologia	Metri analizzati (m)	Valore RQD (%)			Valore Q		
		25	50	75	25	50	75
Calcarea formaz. Breno	4,294.9	67	85	95	5.8	14.2	34.1
Calcarea formaz. Gorno	320.6	67	80	93	5.1	14.3	34.5
Marna formaz. Gorno	1,455.1	62	81	93	5.1	12.2	25.0
Black shales formaz. Gorno	13.2	13	53	73	0.03	0.3	0.9
Siltite formaz. Gorno	120.87	65	83	93	5.8	11.4	22.2
Calcarea Metallifero	1,889.4	66	83	95	4.4	11.3	29.6
Marna Metallifero	28.6	67	84	92	4.8	9.3	57.0
Black shales Metallifero	338.4	49	72	88	0.3	0.6	1.4
Siltite Metallifero	11.1	65	82	92	6.1	7.8	13.3
Breccia Metallifero	102.0	67	78	90	5.1	14.8	32.6
Marna Valsabbia	600.0	53	69	83	4.4	10.0	20.5
Arenaria calcarea Valsabbia	440.9	57	77	92	6.5	13.8	25.0
Siltite calcarea Valsabbia	235.8	45	65	87	3.4	8.9	19.1
Siltite Valsabbia	98.3	50	74	92	4.6	10.6	23.5
Zona di faglia	943.9	0	12	30	0.1	0.5	1.3

Tabella 14: Classificazione dell'ammasso roccioso basata sul sistema Q

L'indice di qualità dell'ammasso roccioso modificato  $Q'$ , secondo Mathews et al (1981) e Potvin (1988) è stato applicato per le valutazioni di stabilità dei vuoti minerari che si verranno a creare.

In particolare:

$$Q' = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a}$$

Per quanto concerne l'analisi di stabilità dei vuoti minerari, sono stati presi in considerazione solamente i parametri degli ammassi rocciosi riguardanti il corpo mineralizzato e i litotipi al di sopra ("hangingwall") e al di sotto ("footwall") dello stesso.

Un sommario è riportato nella Tabella 15

Zona di coltivazione	Metri analizzati (m)	Valore RQD (%)			Valore Q'		
		25	50	75	25	50	75
"Hangingwall"	1004.1	55	77	91	3.2	8.8	21.8
Corpo mineralizzato	493.3	52	76	90	2.8	6.9	17.8
"Footwall"	715.0	62	80	93	5.0	10.5	25.0

Tabella 15: Classificazione dell'ammasso roccioso basata sui valori Q

Nelle Figura 8-6, Figura 8-7 e Figura 8-8 sono illustrate le distribuzioni delle tipologie di roccia per l'"hangingwall", il "footwall" e il corpo mineralizzato.

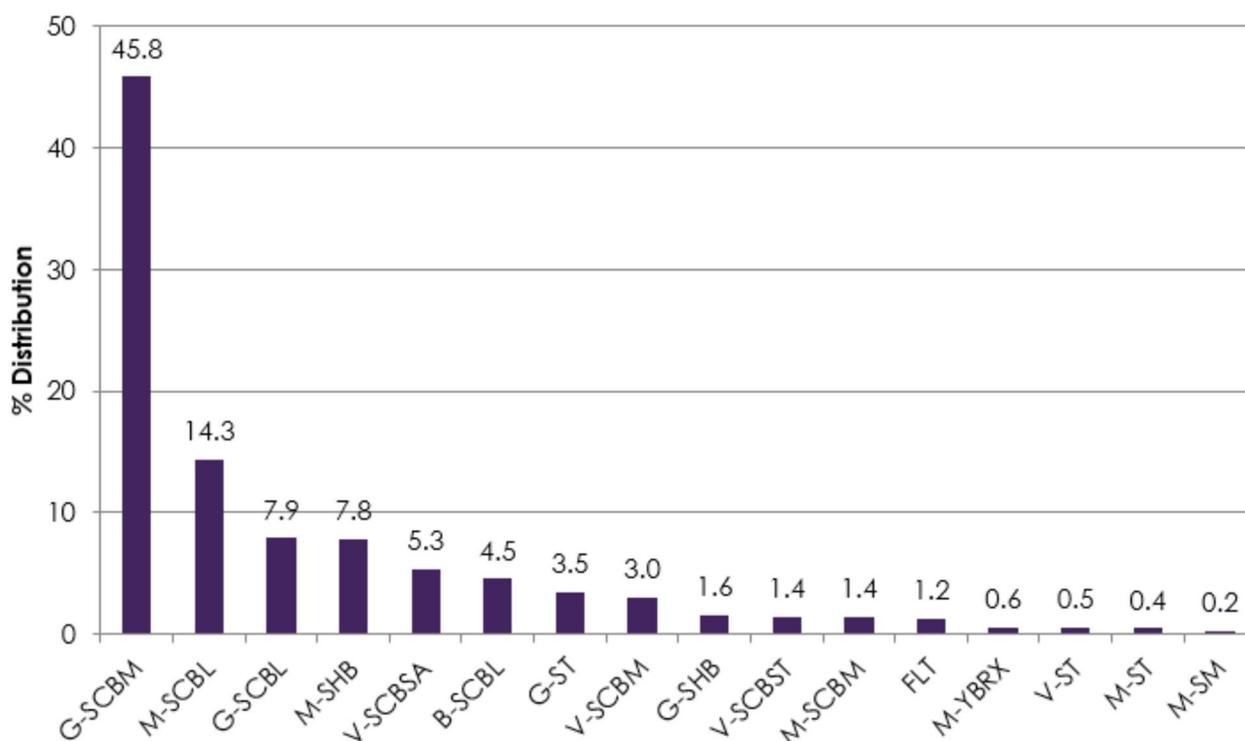


Figura 8-6: Distribuzione delle tipologie di "hangingwall".

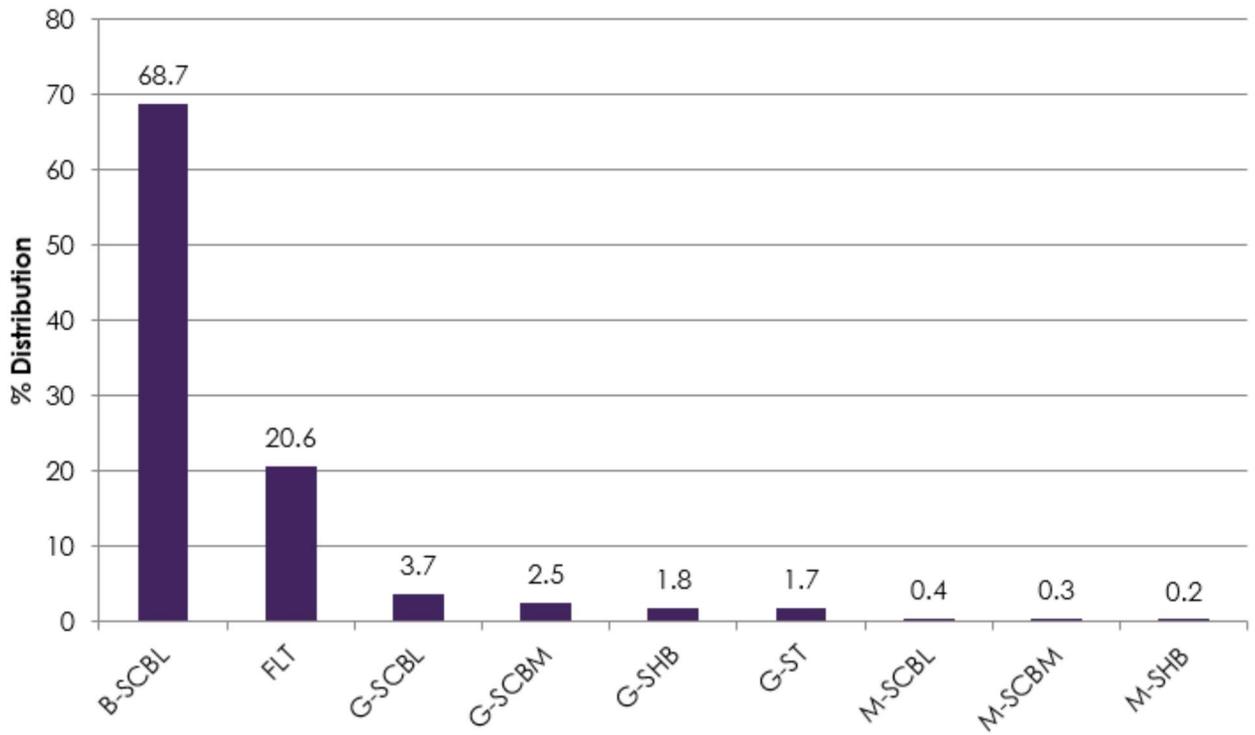


Figura 8-7: Distribuzione delle tipologie di "footwall".

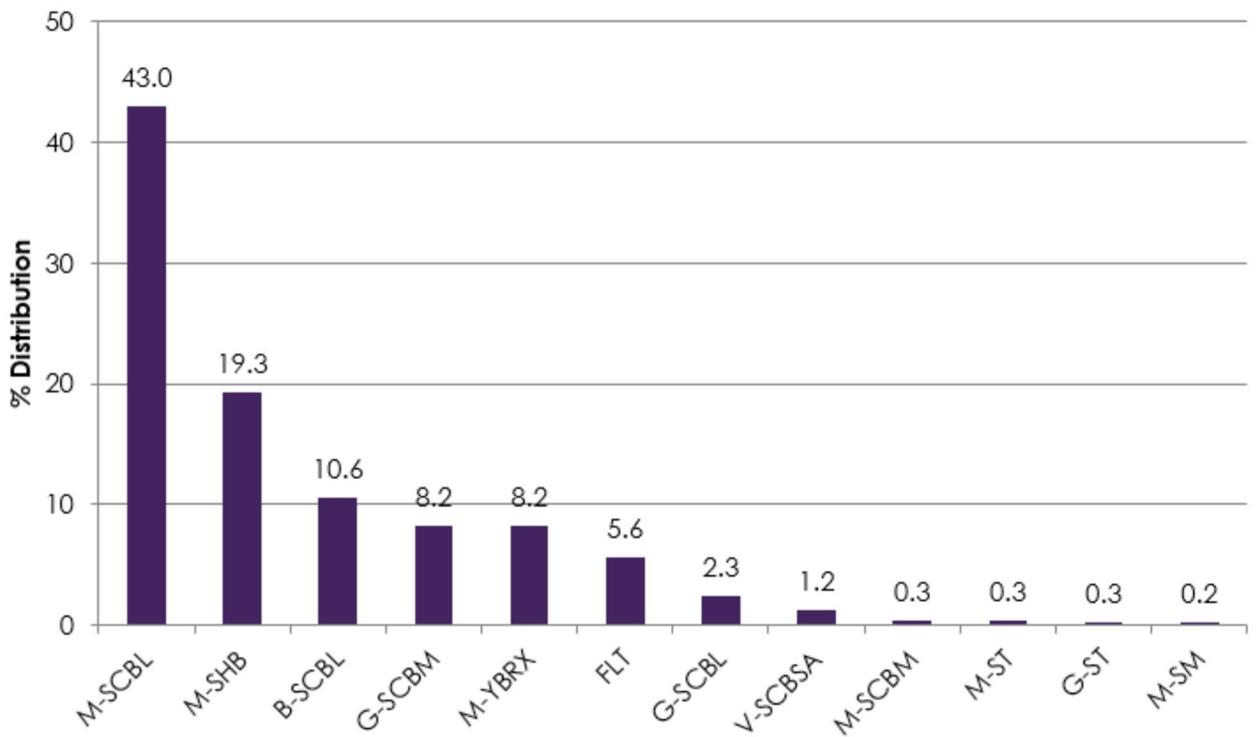
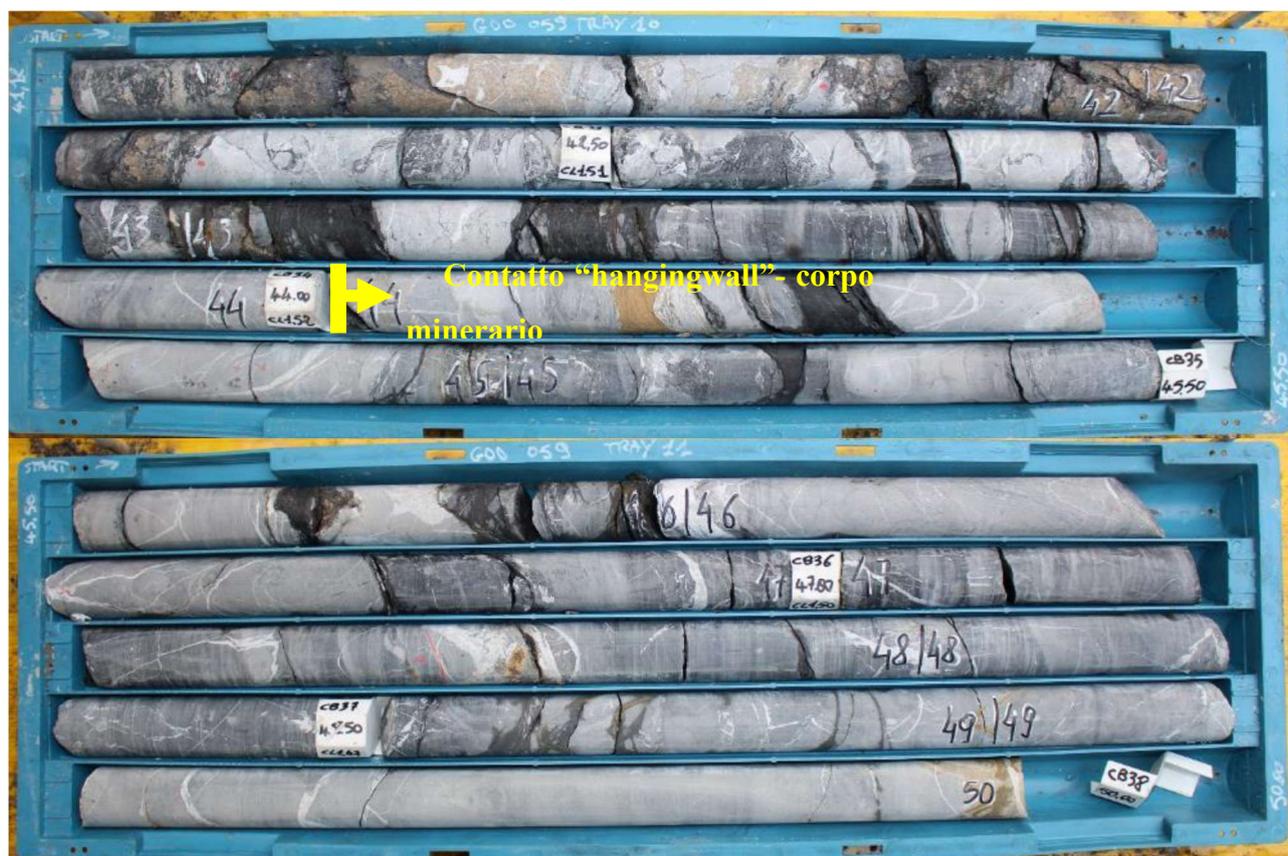


Figura 8-8: Distribuzione delle tipologie del corpo mineralizzato.

Le condizioni tipo dell'”hangingwall” presente nell’area di studio sono illustrate in Figura 8-9.

Figura 8-9: Condizione tipiche dell'"hangingwall".



#### 8.4.1 Strutture geologiche principali

Nel distretto minerario di Gorno sono state identificate alcune faglie, di cui:

- Un sovrascorrimento a scala regionale è situato a più di 100 m sopra il corpo mineralizzato, riempito da materiale argilloso che funge da strato impermeabile rendendo l'area della futura estrazione asciutta.
- Una faglia normale disloca il corpo mineralizzato a Ovest.
- Una faglia trascorrente è stata intercettata durante lo scavo della discenderia esplorativa creata da EMI ed un'altra è stata rilevata nel livello Forcella.
- Strutture associate alle faglie principali sono state rilevate durante la mappatura in sotterraneo svolta da EMI.

Sulla base delle informazioni sopra riportate è stato elaborato un modello 3D (Figura 8-10) raffigurante le faglie principali conosciute presenti nell'area di interesse, escluso il sovrascorrimento.

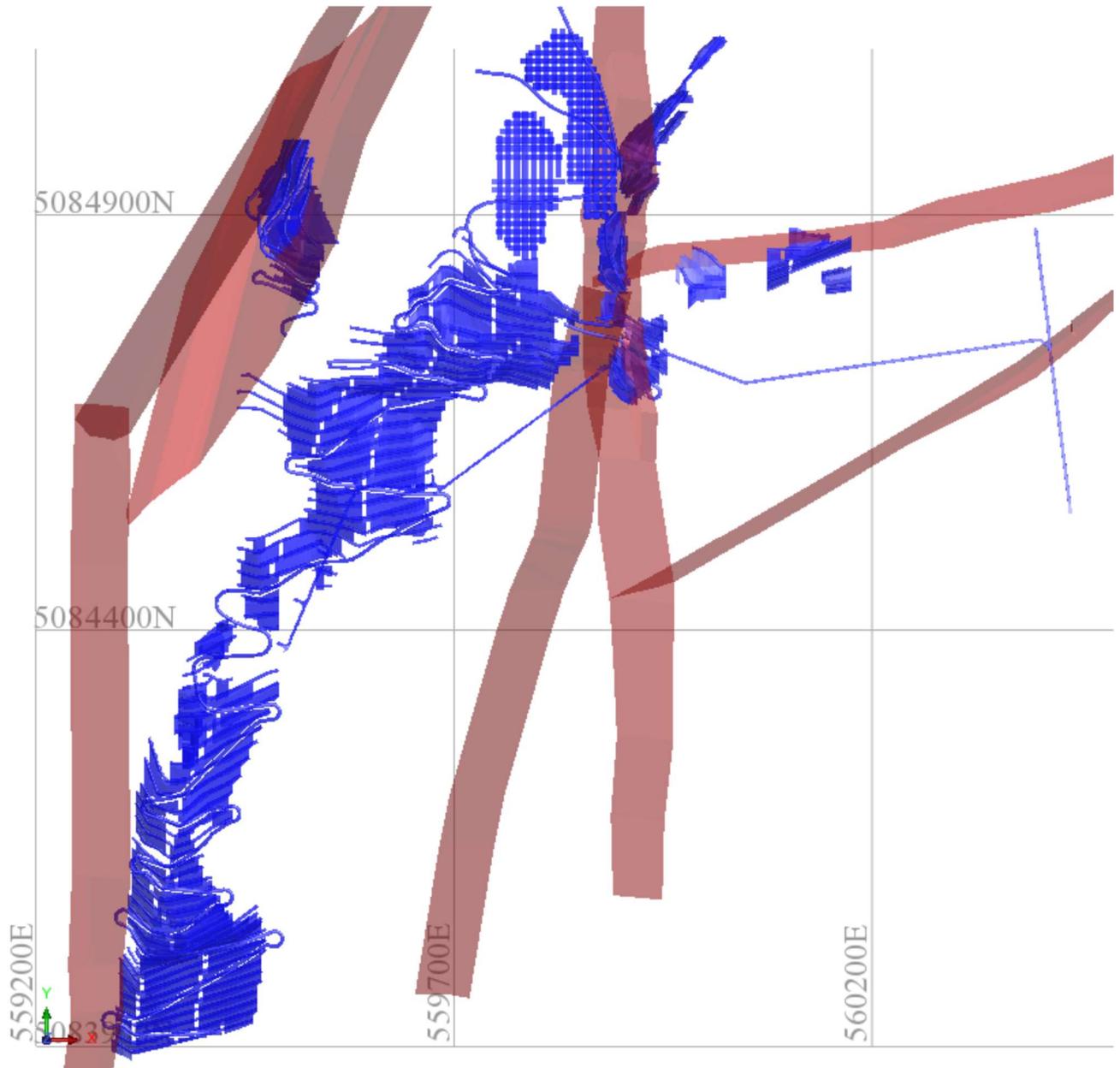


Figura 8-10- Modello 3D raffigurante le principali faglie intorno alla "Colonna Zorzone".

## 8.5 Domini geotecnici

In considerazione delle affermazioni sopra elencate, i domini geotecnici sono stati selezionati in base alla litologia e sono illustrati nella Tabella 16.

I parametri dell'ammasso roccioso utilizzati per l'analisi di stabilità dei fronti di scavo sono stati ricavati dalla media dei valori elaborati nelle diverse prove precedentemente descritte. Per le zone di faglia sono stati invece utilizzati valori assunti da studi pregressi presenti in letteratura.

Litologia	Codice	Domini o	Q (mediana)	Q' (mediana)	UCS (Mpa)	E (Gpa)
Calcare formaz. Breno	B-SCBL	B-SCBL	14.1	14.5	135	40
Calcare formaz. Gorno	G-SCBL	SCBL	11.8	12.3	135	40
Calcare Metallifero	M-SCBL					
Breccia Metallifero	M-YBRX					
Marna formaz. Gorno	G-SCBM	SCBM	11.6	11.7	142	32
Marna Metallifero	M-SCBM					
Marna Valsabbia	V-SCBM					
Black shales formaz. Gorno	G-SHB	SHB	0.6	5.8	40	5
Black shales Metallifero	M-SHB					
Siltite formaz. Gorno	G-ST	ST	9.4	9.4	163	52
Siltite Metallifero	M-ST					
Siltite calcarea Valsabbia	V-SCBST					
Siltite Valsabbia	V-ST					
Arenaria calcarea Valsabbia	V-SCBSA	SCBSA	13.8	13.8	99	42
Zona di faglia	FLT	FLT	0.5	1.0	99	42

Dove SCBL= Calcare, SCBM= Marna, SHB= Black shales, ST= Siltite, SA= Arenaria, SCBSA= Arenaria calcarea e FLT= Zona di faglia.

Tabella 16: Domini geotecnici.

Esempi di ciascun dominio geotecnico sono illustrati in, Figura 8-12, Figura 8-13,



Figura 8-11- Esempio della Formazione di Breno (B-SCBL).



Figura 8-12: Esempio di calcare (SCBL) con piccole inclusioni di mineralizzazione ossidata.



Figura 8-13: Esempio di marna (SCBM).



Figura 8-14: Esempio di "black shales" (SHB).



Figura 8-15: Esempio di siltite (ST).



Figura 8-16: Esempio di arenaria (SA).



Figura 8-17: Esempio di zona di faglia (FLT).

## 8.6 Proprietà dei materiali

I parametri degli ammassi rocciosi utilizzati nella modellizzazione numerica per definire i valori relativi al criterio di Hoek-Brown, sono stati elaborati utilizzando il programma RocData (v5.0,

Rocscience, Inc), basandosi sui risultati delle prove di laboratorio svolte sulla roccia intatta e sui valori ottenuti dalla caratterizzazione dell'ammasso roccioso come descritto nei paragrafi precedenti.

Per quanto concerne la modellizzazione numerica è necessario calcolare il GSI ("Geological Strength Index") secondo la formula:

$$GSI = \frac{52 \times Jr/Ja}{1 + J} + RQD/2$$

Il valore risultante è riportato nella Figura 8-18.

Il dominio SCBL (calcere) è il più diffuso in tutta l'area mineraria, mentre quello SCBM (marna) è il dominante nell'"hangingwall". L'Arenaria di Valsabbia è la formazione litologica più attraversata da faglie e per questo motivo le sono stati assegnati i valori di roccia intatta ricadenti nel dominio FLT ("zona di faglia").

Il parametro della classificazione Hoek-Brown "mi" per le "black shales" è stato estrapolato dal database di RocData.

Ai fini della modellizzazione numerica, il dominio della Formazione di Breno è stato utilizzato per tutti i calcari presenti nell'area.

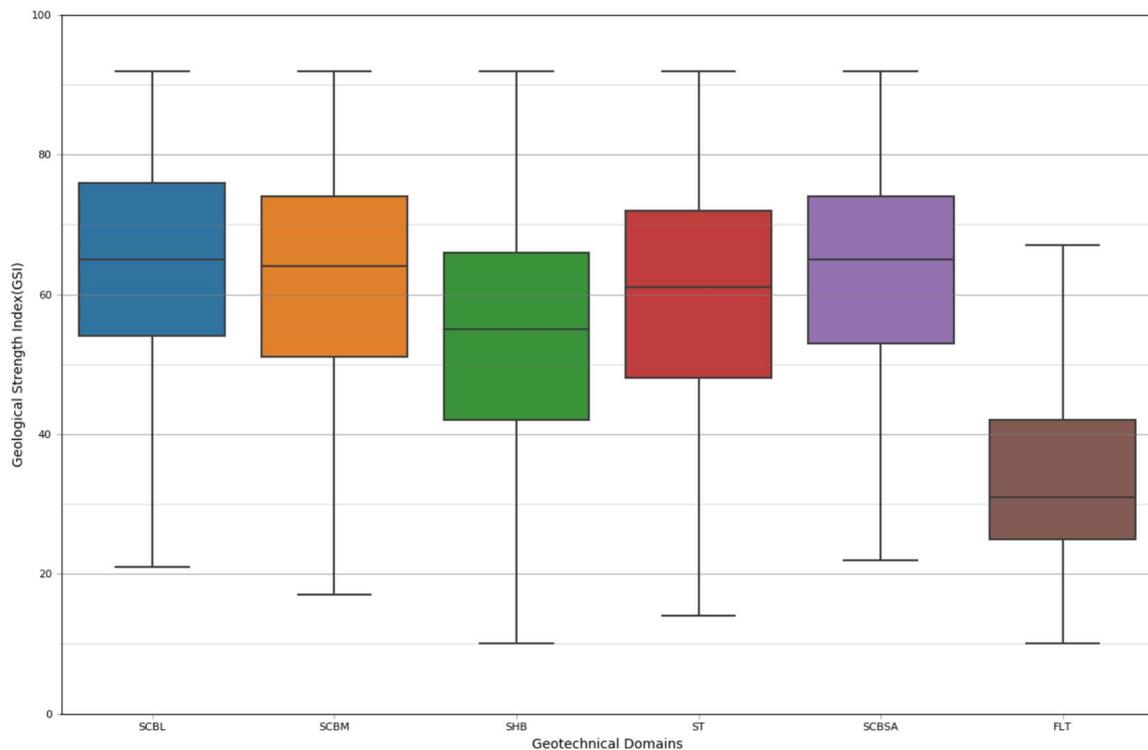


Figura 8-18: Valori del GSI per dominio geotecnico.

Metodo di analisi	Parametri	Unità di misura	Valore					
			SCB L	SCB M	SH B	ST	SCB SA	FLT
Classificazione Hoek-Brown	$\sigma_c$	MPa	135	142	40	163	99	99
	GSI		65	64	55	61	65	31
	mi		19	14	6	11	8	8
			4000	3000	500	5200	4200	4200
	Ei	MPa	0	0	0	0	0	0
Proprietà della roccia	Densità	t/m3	2.66	2.76	2.96	2.76	2.68	2.68
	Fattore di anisotropia		-	-	-	-	-	-
Proprietà residuali	Fattore di disturbo		0	0	0	0	0	0
	C residuale	MPa	0	0	0	0	0	0
	$\phi$ residuale	°	45	45	45	45	45	45
	Sforzo tensionale residuale	MPa	0	0	0	0	0	0
	Fattore di riduzione per deformazioni critiche		1	1	1	1	1	1

Tabella 17: Proprietà dei materiali (suddivisi per domini geotecnici) utilizzate per la modellizzazione numerica.

Lo sforzo al taglio delle discontinuità nell'”hangingwall” è stato stimato utilizzando il metodo proposto da Barton e Bandis (1990), sfruttando i parametri caratteristici dei giunti estrapolati dal logging dei carotaggi esplorativi svolti da EMI e dai test di laboratorio. In particolare sono stati utilizzati il coefficiente di rugosità delle discontinuità (JRC) e la resistenza di compressione del giunto (JCS), come mostrato nella Tabella 18.

Parametri	Unità di misura	Valori		
		SHB	SCBL, SCBM, SA	ST
Angolo di frizione	°	32	25	33
JRC		9	8	8
JCS	Mpa	40	69	126
c	kPa	15	9	15
$\phi$	°	52	45	55

Tabella 18: Resistenza al taglio delle discontinuità per i principali domini geotecnici.

I valori derivati per le proprietà dei materiali e la resistenza al taglio delle discontinuità sono stati utilizzati nella stima strutturale.

### 8.7 Considerazioni geotecniche per il piano minerario

Le condizioni del suolo sono molto variabili nel distretto minerario di Gorno, come indicato dai dati raccolti dall'analisi dei carotaggi e dalle osservazioni effettuate negli scavi esistenti. Le condizioni degli ammassi rocciosi possono essere influenzate dalla presenza di faglie o di zone con minerali ossidati.

Ciò premesso, durante lo studio del piano di coltivazione si è tenuto conto delle diversità delle condizioni del suolo, come riportato in Figura 8-19.

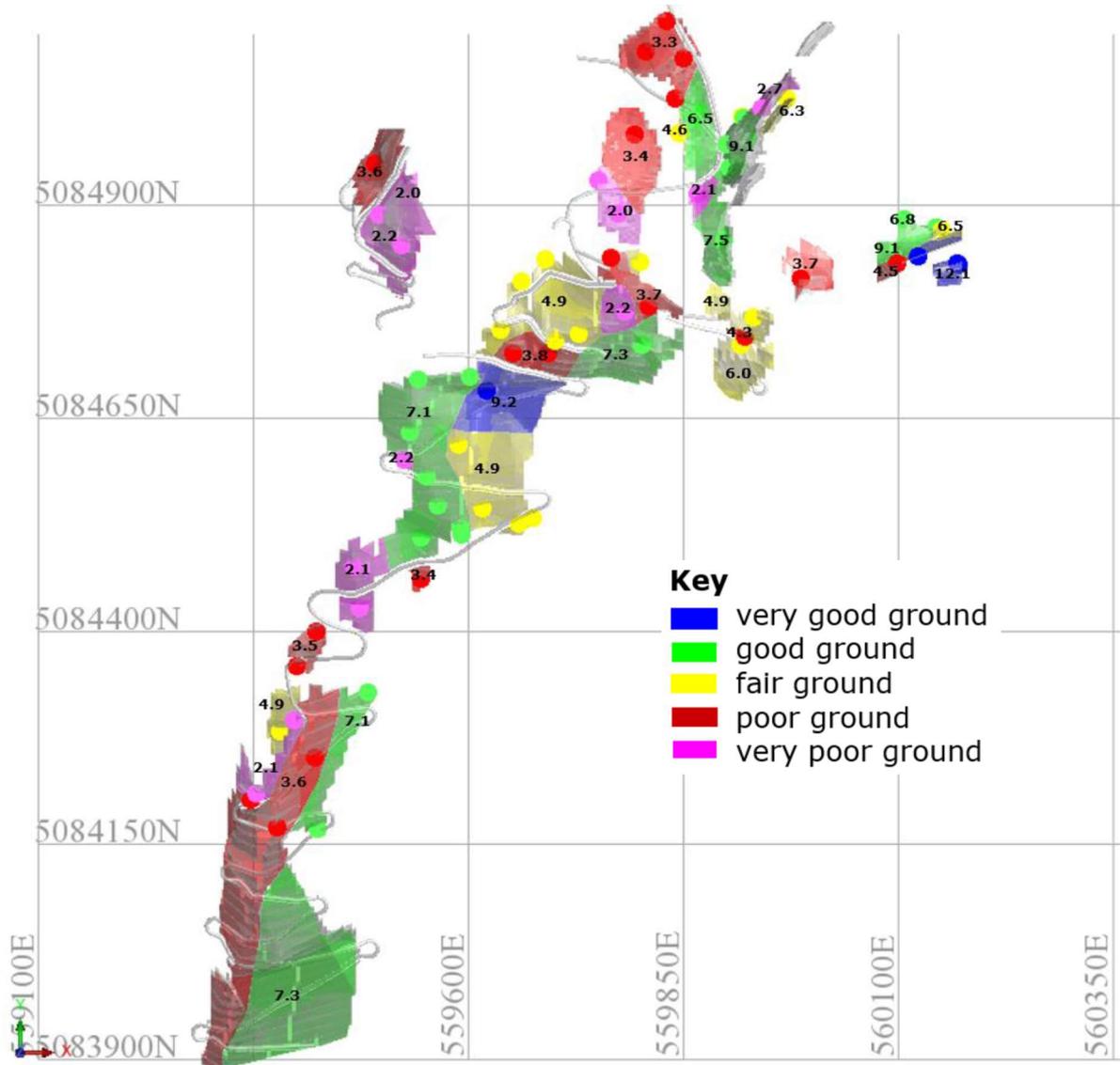


Figura 8-19: Variazione nelle condizioni dell'ammasso roccioso e parametri di stabilità dei vuoti.

## 8.8 Modellizzazione numerica

FLAC3D (Itasca, versione 5.01) è il software utilizzato per la modellizzazione numerica delle condizioni dell'ammasso roccioso, tenendo in considerazione:

- Stabilità dei pilastri;
- Stabilità delle infrastrutture;
- Stabilità della roccia al tetto dei vuoti.

FLAC3D è un programma per la modellizzazione continua con comportamento del materiale lineare-elastico o non lineare in 3D.

Per la realizzazione del presente studio è stata utilizzata una funzione non-lineare di FLAC3D.

Il setup del modello è basato sul piano minerario futuro e sulla topografia della zona mentre i limiti di confinamento del modello sono stati posti ad una distanza tale da non interferire in alcun modo con i risultati relativi all'area di estrazione.

In Figura 8-20 è illustrata la modellizzazione dei domini geotecnici e della geometria, mentre in Figura 8-21 è mostrata la modellizzazione delle tappe di estrazione.

Figura 8-20: Setup del modello numerico raffigurante i domini geotecnici e la geometria (vista verso Nord).

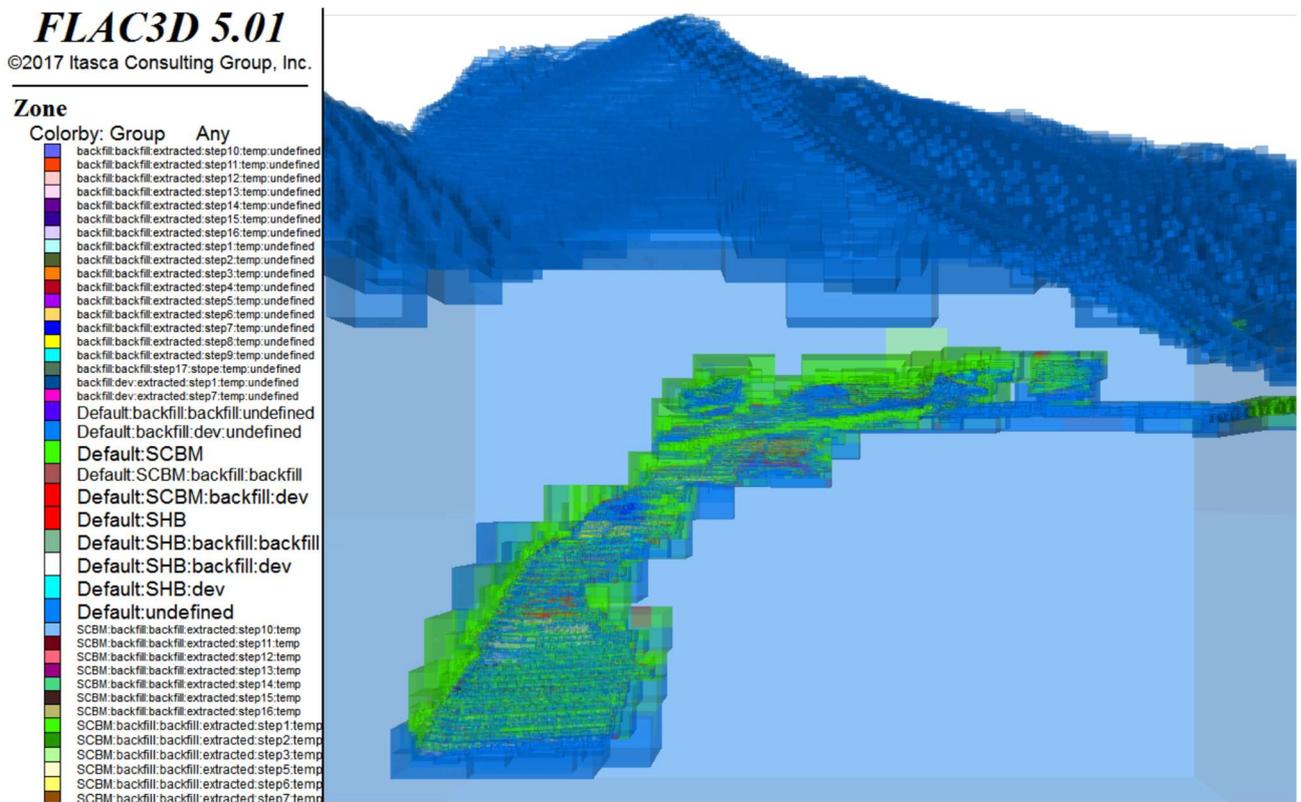


Figura 8-21: Setup del modello numerico illustrante le tappe di estrazione (vista planare).

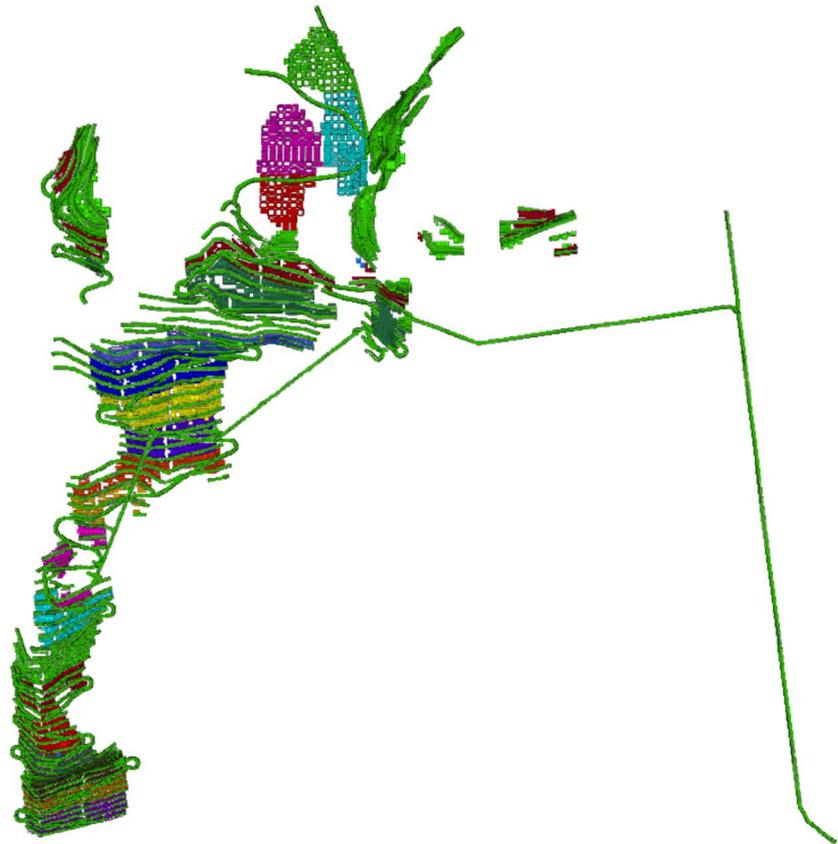
©2017 Itasca Consulting Group, Inc.

#### Zone

Colorby: Group 1  
 Default  
 step1  
 step3  
 step5  
 step7

#### Zone

Colorby: Group 1  
 Default  
 step1  
 step10  
 step11  
 step12  
 step13  
 step14  
 step15  
 step16  
 step17  
 step2  
 step3  
 step4  
 step5  
 step6  
 step7  
 step8  
 step9



## 8.9 Stabilità dei pilastri

Tre tipi di pilastri sono stati progettati per il piano minerario a Gorno:

- Pilastri a costola per i pannelli di coltivazione;
- Pilastri limitrofi alla discenderia di produzione;
- Pilastri isolati nell'area in cui verrà utilizzato il metodo a camere e pilastri.

La stabilità dei pilastri è stata valutata utilizzando il software FLAC3D ed i risultati indicano che limitati sforzi plastici e deformazioni possono verificarsi nelle aree in cui si svolge maggior estrazione.

I pilastri a costola e quelli nelle vicinanze della discenderia di produzione non subiscono danni indotti dallo sforzo tensionale, come illustrato in Figura 8-22, Figura 8-23 e Figura 8-24.

Piccoli sforzi plastici possono essere notati in uno dei pilastri limitrofi alla discenderia di produzione.

Occorre sottolineare che lo 0.1% di deformazione plastica equivale a danni molto piccoli ed irrilevanti nell'ammasso roccioso.

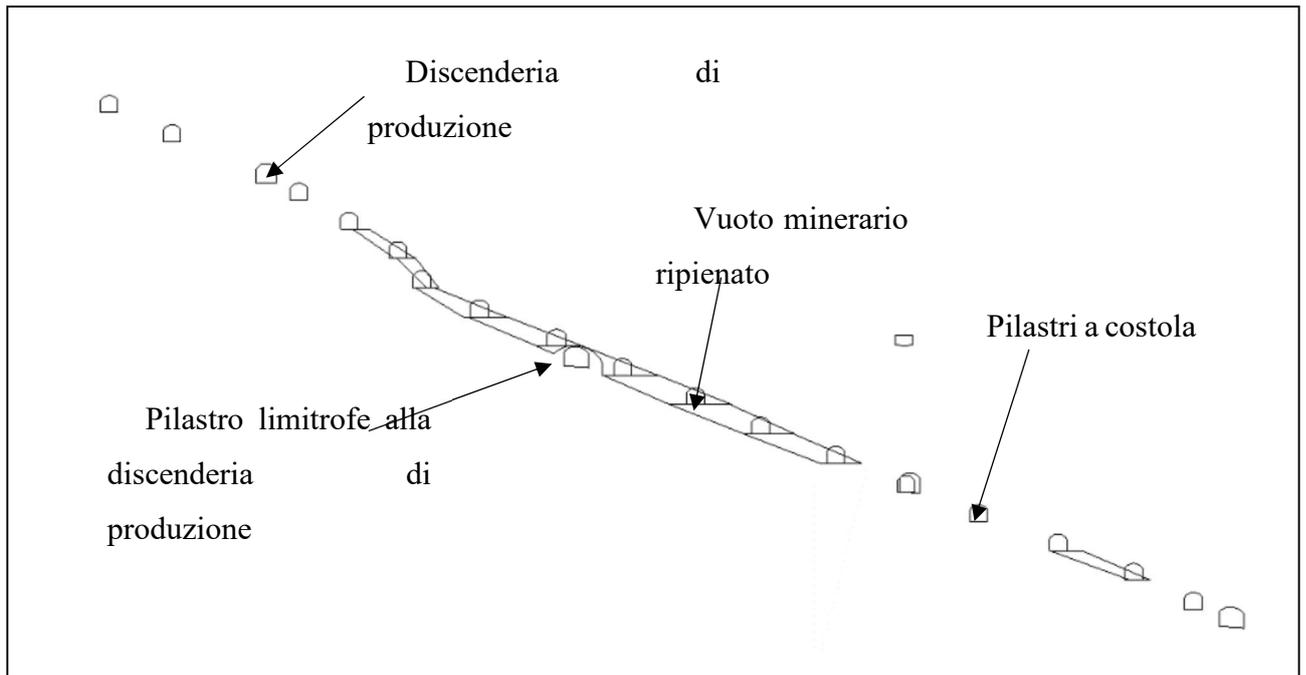


Figura 8-22: Sezione laterale con vista verso Est illustrante la geometria dell'area in cui si svolge la maggior estrazione.

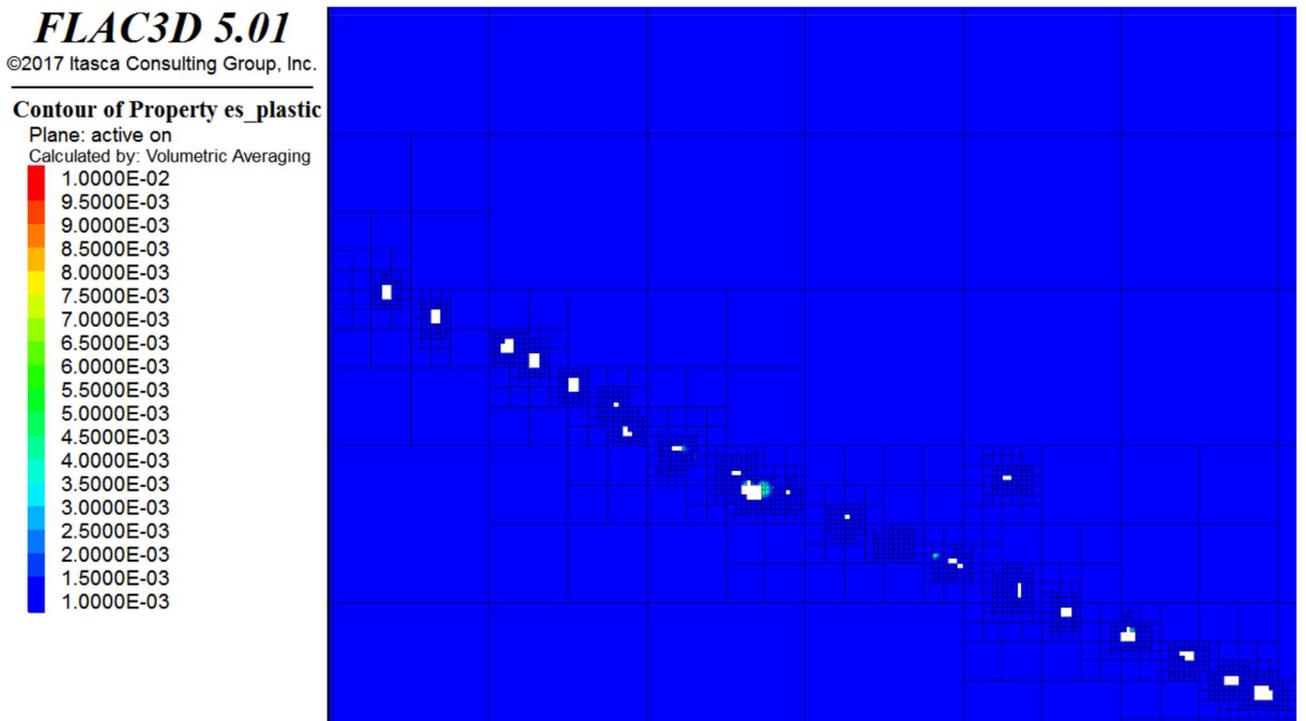


Figura 8-23: Sezione laterale con vista verso Est illustrante la deformazione plastica a 0.1% dell'area a maggior escavazione.

**FLAC3D 5.01**  
©2017 Itasca Consulting Group, Inc.

**Contour Of Displacement**

Plane: active on

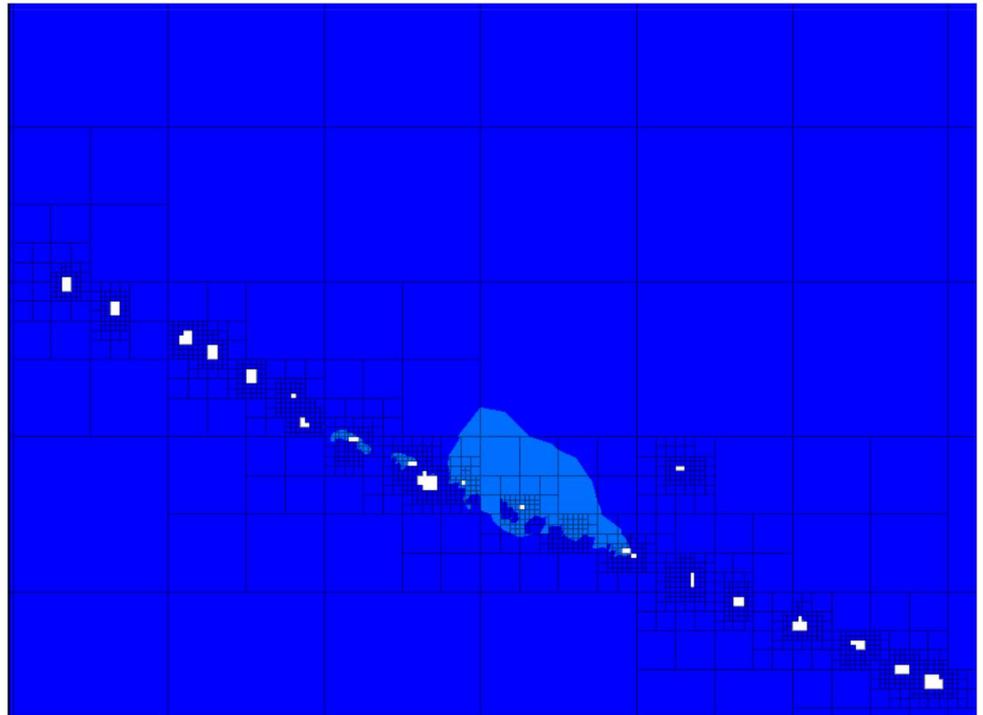
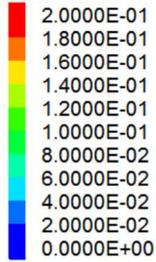


Figura 8-24: Sezione laterale con vista verso Est illustrante lo spostamento a 200 mm dell'area a maggior escavazione.

I pilastri isolati, nell'area a camere e pilastri, risultano stabili nell'ultima fase dell'estrazione mineraria, con valori di deformazione plastica minori dello 0.1%. Allo stesso modo, lo stereogramma delle deformazioni mostra come non ci siano significative deformazioni nelle aree dove, per errori geometrici, non sono presenti pilastri, come illustrato in Figura 8-25.

I risultati ottenuti indicano che sarà necessario mantenere pilastri isolati al fine di garantire la stabilità dopo la vita della miniera.

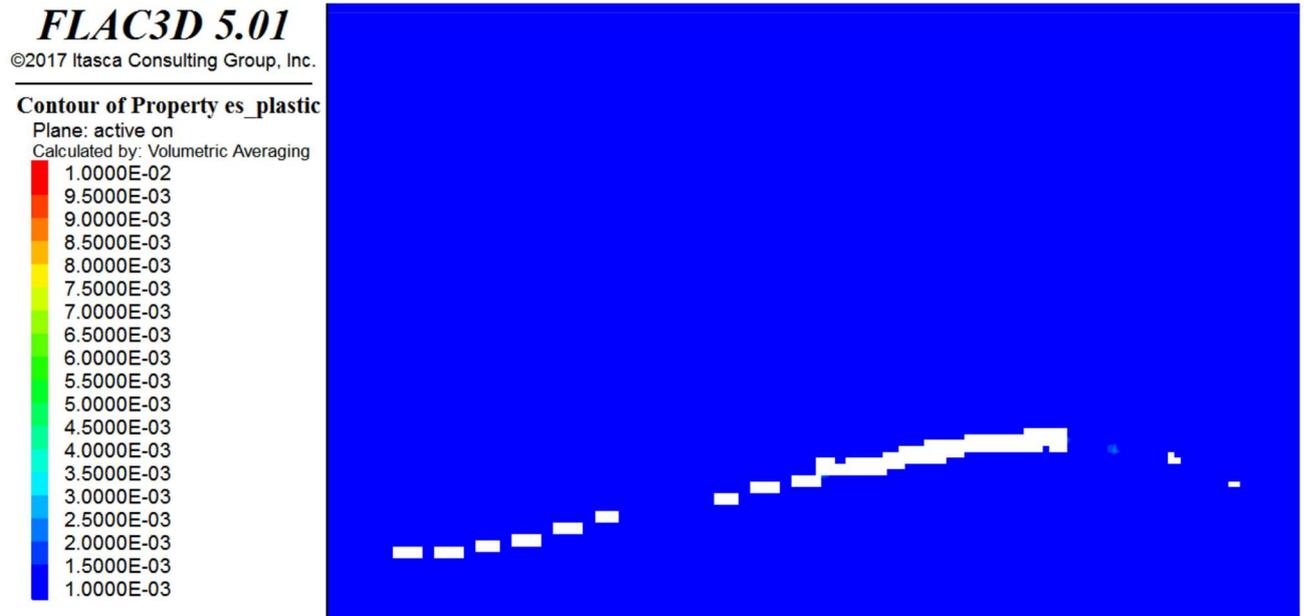


Figura 8-25: Sezione laterale con vista verso Est illustrante la deformazione plastica allo 0.1% nell'area a camere e pilastri.

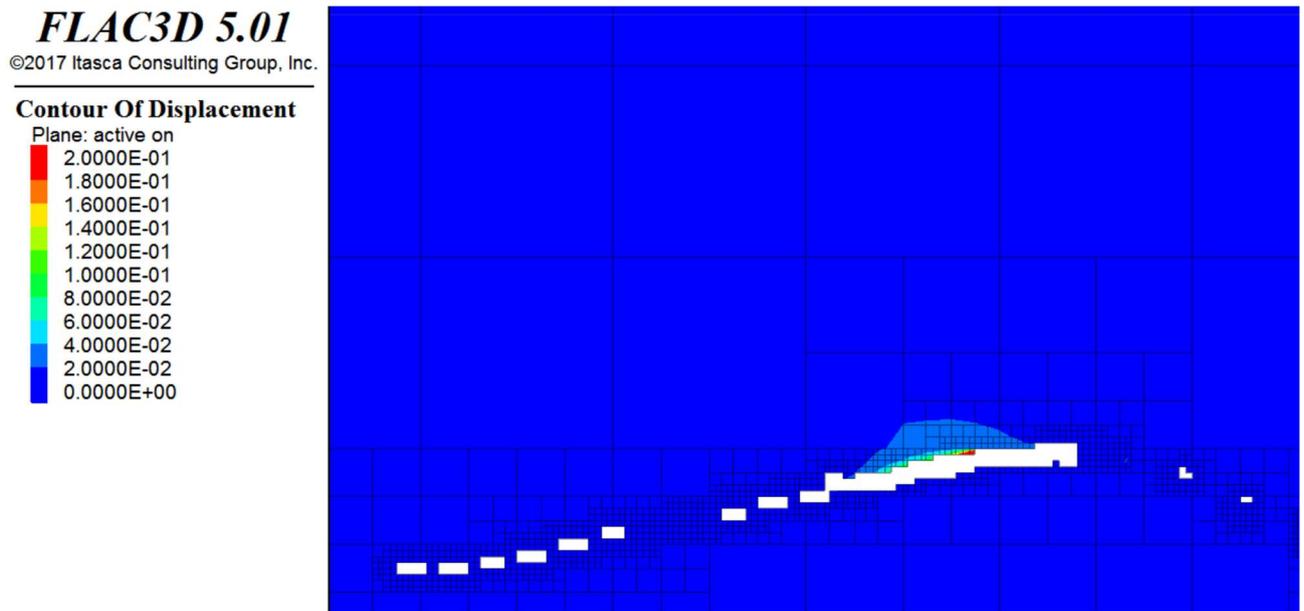


Figura 8-26: Sezione laterale con vista verso Est illustrante lo spostamento a 200 mm nell'area a camere e pilastri.

## 8.10 Stabilità delle infrastrutture

Il modello indica che le gallerie di produzione non saranno influenzate dagli sforzi indotti dall'attività estrattiva, come mostrato in Figura 8-27 e in Figura 8-28.

Occorre sottolineare che l'1% di deformazione volumetrica equivale a danni moderati, risolvibili con riabilitazione di aree ben localizzate.

Il modello mostra la presenza di criticità nella zona Sud dell'area a camere e pilastri. La problematicità è causata da un errore geometrico che esclude la presenza di pilastri in quest'area, che risulta invece stabile aggiungendo gli opportuni pilastri.

Infrastrutture come la camera di frantumazione e le rimonte ad essa associate non sono state modellate usando FLAC3D poiché sono sufficientemente distanti dal fulcro dell'attività estrattiva e non subiscono quindi alcuno sforzo indotto da tali attività.

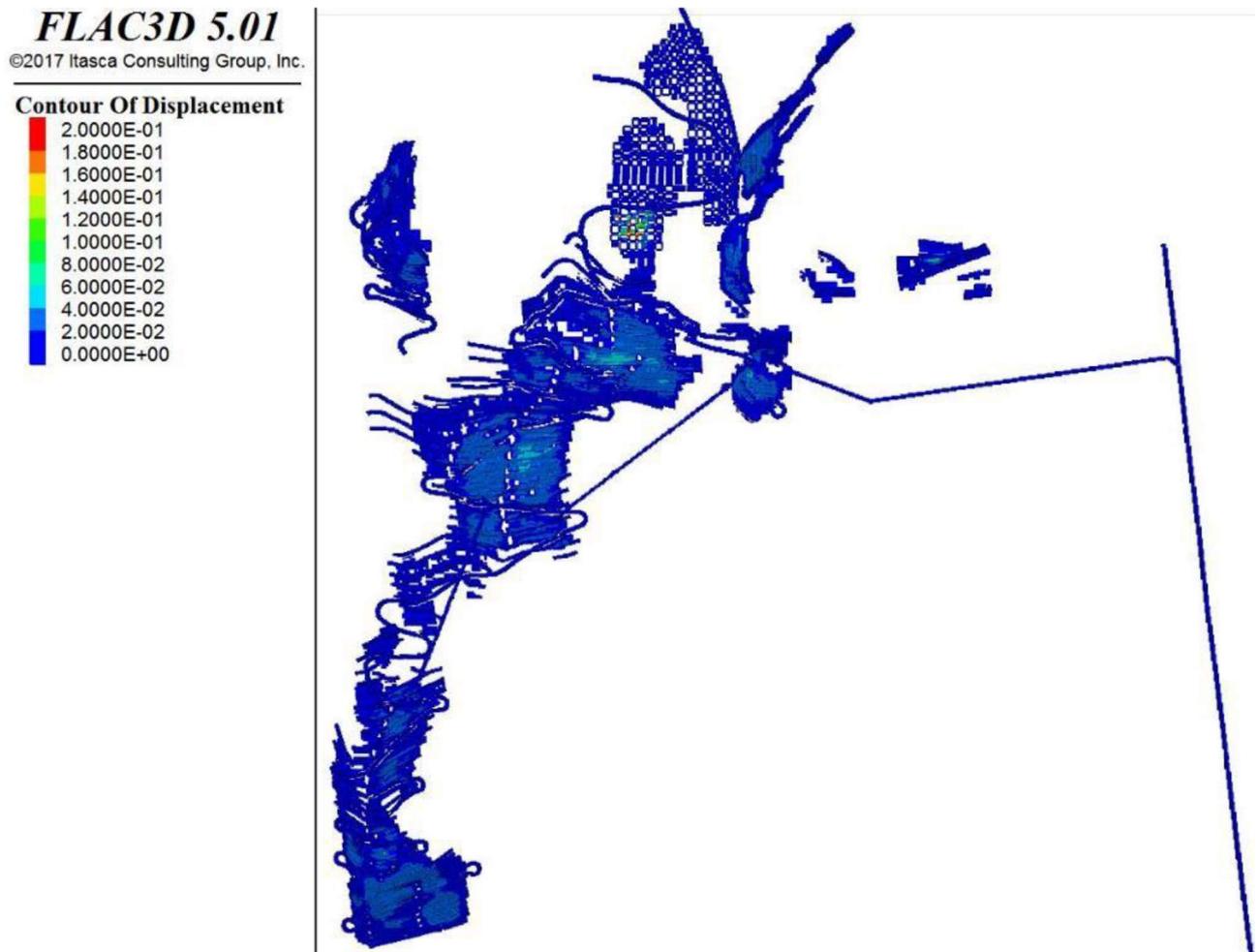


Figura 8-27: Spostamento a 200 mm riportato sulla geometria (vista planare).

**FLAC3D 5.01**

©2017 Itasca Consulting Group, Inc.

**Geometry**

■ Polygon

**IsoSurface of Volumetric Strain Increment**

Calculated by: Volumetric Averaging

Colorby: Uniform

■ Zone

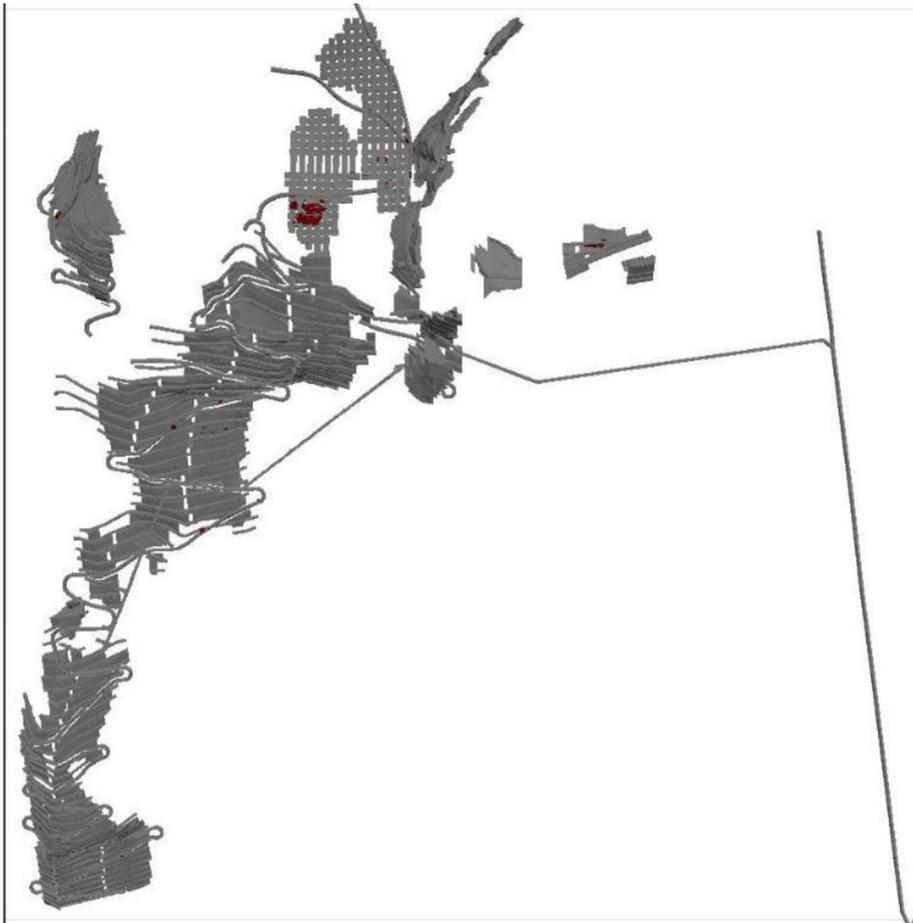


Figura 8-28: Isosuperfici con 1% di deformazione volumetrica (vista planare).

### 8.11 Subsidenza superficiale

L'estensione delle deformazioni indicate dal modello nell'ultima fase di attività estrattiva indica che gli spostamenti non si estendono oltre i 25 m sopra i vuoti minerari, evitando così alcun tipo di subsidenza superficiale.

La ripiena dei vuoti minerari è comunque importante per garantire la certezza della stabilità globale, e sarà realizzata con gli scarti provenienti dal pre-trattamento e dalla flottazione, anche al fine di ottimizzare il ciclo produttivo della miniera, limitando gli spostamenti del materiale.

### 8.12 Sistemi di supporto

Metodi empirici sono stati applicati per avere una stima globale dei sistemi di supporto da utilizzare nelle varie aree in sotterraneo. Per far ciò si è utilizzato il software Unwedge (versione 4.0, Rocscience) in grado di calcolare i possibili crolli indotti dalle strutture geologiche presenti nel tunnel, basandosi su accurati rilievi strutturali svolti in sotterraneo da EMI. Di seguito, in Tabella 19, sono riportati i risultati delle analisi dei cunei.

<b>Tipo di sviluppo</b>	<b>Larghezza (m)</b>	<b>Altezza (m)</b>	<b>Forma</b>	<b>Orientazione (°)</b>
Accesso rib. Forcella	4.0	4.5	Quadrata	Da 261 a 352
Discenderia di produzione	4.5	4.5	Ad arco	Da 000 a 359
Gallerie di produzione	4.0	4.0	Ad arco	Da 069 a 120

Tabella 19: Tipo di sviluppo ed orientazione per l'analisi dei cunei

Nella Tabella 20 sono invece riportate in modo dettagliato le raccomandazioni in merito ai diversi sistemi di supporto da utilizzare nelle varie aree della miniera.

Tipo di sviluppo	Larghezza (m)	Altezza (m)	Dominio dell'ammasso roccioso	Supporto superficiale		Rinforzi			
				Tipo	Copertura	Tipo	Specifiche	Chi odi per anello	Spaziatura anello (m)
Accesso rib. Forcella	4.0	4.5	Calccare, marna, arenaria, siltite (99%)	Rete elettrosaldata	Spalle e pareti a 3.5 m dal pavimento	Ad espansione	1.8 m di lunghezza	6	1.5
			Zona di faglia (1%)	Spritzbeton fibrorinforzato	Spalle e pareti totali	Barra	1.8 m di lunghezza completamente e resinato	10	1.1
Discenderia di produzione	4.5	4.5	Calccare, marna, arenaria, siltite (40%)	-	-	Ad espansione	1.8 m di lunghezza	6	1.5
			Roccia fratturata (50%)	-	-	Ad espansione	1.8 m di lunghezza	7	1.5
			Zona di faglia e black shales (10%)	Spritzbeton fibrorinforzato	Spalle e pareti totali	Barra	1.8 m di lunghezza completamente e resinato	9	1.1
Gallerie di produzione - aree LHOS	4.0	4.0	Calccare, marna, arenaria, siltite (40%)	-	-	Ad espansione	1.8 m di lunghezza	5	1.5
			Roccia fratturata (50%)	-	-	Ad espansione	1.8 m di lunghezza	6	1.5
			Zona di faglia e black shales (10%)	Spritzbeton fibrorinforzato	Spalle e pareti totali	Barra	1.8 m di lunghezza completamente resinato	8	1.1

Gallerie di produzione – aree "a camere e pilastri"	4.0	4.0	Roccia fratturata (70%)	Rete elettrosaldata	Spalle e pareti a 3.5 m dal pavimento	Ad espansione	1.8 m di lunghezza	6	1.5
			Zona di faglia e black shales (30%)	Spritzbeton fibrorinforzato	Spalle e pareti totali	Barra	1.8 m di lunghezza completament e resinato	8	1.1
Intersezioni	> 7.0		Roccia fratturata, black shales (50%)	Come per i supporti primari	Come per i supporti primari	Cable bolts	4.0 m di lunghezza del filo doppio	5	-
Camere di frantumazione	8.0	9.0	Arenaria, siltite (100%)	Rete elettrosaldata	Spalle e pareti a 3.5 m dal pavimento	Barra solida	2.4 m di lunghezza completament e resinato	11	2.0

Tabella 20: Sistemi di supporto indicativi per i diversi settori della miniera.

Le condizioni degli ammassi rocciosi nel distretto minerario di Gorno risentono della presenza di diverse faglie e pieghe.

Il report geotecnico è stato elaborato basandosi su studi passati commissionati da EMI a consulenti esterni qualificati (Sial.tec.) nell'ambito della riabilitazione dei tunnel e della creazione della nuova discenderia esplorativa. In aggiunta a questi dati sono stati svolti nel 2017 presso l'Università Milano-Bicocca una serie di test di laboratorio (prove monoassiali, triassiali e di trazione indiretta) per ottenere ulteriori parametri geotecnici sulle diverse litologie interessate dal piano minerario.

## 9 Idrogeologia

I dati disponibili riguardanti studi idrogeologici passati sono limitati e non possono essere considerati ad un livello di attendibilità tale da poter essere utilizzati per il presente studio. L'attività estrattiva nell'area di Gorno si è svolta per oltre 100 anni in sotterraneo senza grandi problemi di gestione delle acque e senza infiltrazioni rilevanti. La maggior parte dei tunnel accessibili, inoltre, risultano essere asciutti con piccole infiltrazioni solo in zone di faglia o in presenza di discrete fratture nella roccia.

## 10 Gestione del materiale

Il progetto avrà un complesso sistema di gestione del materiale e delle infrastrutture ad esso associate, condizionato dalla presenza di una struttura ereditata dai vecchi scavi minerari, dall'assenza di camere in sotterraneo in cui porre i servizi di superficie, dalla topografia, dalla scelta di svolgere il maggior numero di attività in sotterraneo, al fine di ridurre l'impatto ambientale all'esterno e dalla necessità di stoccare il materiale sterile quanto più possibile in sotterraneo.

La gestione del materiale prodotto durante la pre-produzione prevede:

- La roccia sterile, ottenuta durante la creazione dei tunnel di accesso alla risorsa e delle camere in cui si installeranno le infrastrutture necessarie per la frantumazione e la cernita, sarà trasportata presso il cantiere di Ca Pasi, attraverso il ribasso Forcella, dove verrà poi frantumata e venduta come materiale di stabilizzazione per opere civili (come avvenuto in passato per il materiale sterile prodotto durante l'escavazione della discenderia esplorativa).

- Il minerale estratto durante i lavori di pre-produzione sarà trasportato attraverso il ribasso Forcella e allocato direttamente all'impianto.

Il sistema di gestione del materiale durante le fasi di produzione tiene conto della roccia sterile, del minerale estratto, degli scarti dell'ore sorter e delle code post-trattamento del minerale.

Il minerale viene trasportato, mediante automezzi, dalle aree di produzione ai frantoi in sotterraneo. Dopo la cernita, il minerale frantumato continua il viaggio passando per un esistente fornello di gettito che collega il ribasso Forcella (940 m slm) al tunnel Riso Parina (600 m slm). Il pre-concentrato accumulato al fondo del fornello è caricato su vagoni e trasportato su rotaia all'impianto di trattamento in superficie, dopo aver percorso 8.7 Km di galleria.

La roccia sterile e gli scarti prodotti dall'ore sorter sono stoccati temporaneamente in apposite aree in sotterraneo e poi, in seguito:

- ricollocati a riempimento dei nuovi vuoti minerari creati durante la produzione in modo da garantirne la stabilità;
- trasportati e stoccati nei vecchi vuoti minerari non utilizzati;
- Il materiale in eccesso viene stoccato in superficie e valutato un suo possibile riutilizzo per altri ambiti.

Il trasporto delle code di lavorazione asciutte è così organizzato:

- vengono caricate nei vagoni presso l'impianto di trattamento;
- vengono trasportate lungo il tunnel Riso Parina per 9.8 Km verso Zorzone;
- vengono trasportate mediante sistemi di trasporto interno al ribasso Forcella, dove sarà realizzato un impianto per la creazione di un impasto da mettere nei nuovi cantieri di produzione, per garantire la loro stabilizzazione.

Durante la vita della miniera ci saranno periodi in cui il materiale non potrà essere stoccato temporaneamente nei tunnel di produzione, per poi essere convogliato all'esterno.

	giacimento (ton)	resa coltivazione	Tout-Venant estratto (ton)	resa Cernita	pre-concentrato (ton)	scarto (ton)	resa flottazione	prodotto Pb-Zn (ton)
Pannello Zorzone	3.300.000	47%	1.551.000	60%	930.600	620.400	12%	111.672
Estensioni	5.100.000	47%	2.397.000	60%	1.438.200	958.800	12%	172.584
TOTALE	8.400.000		3.948.000		2.368.800	1.579.200		284.256

Al termine della vita della miniera si avranno:

- 3,95 Mln t di Tout-Venant estratto;
- 2,37 Mln t di minerale pre-concentrato prodotto dalla cernita;
- 284.000 ton di minerale “commerciale” (Pb-Zn), prodotto dall’impianto di flottazione;
- 1,58 Mln t di scarto, delle quali 530 kt saranno variamente stoccate in sotterraneo nei vuoti minerari, nuovi e preesistenti, per garantirne la loro stabilità, e 1 Mln t circa verranno destinate alle aree di stoccaggio in superficie.

Inoltre, il minerale pre-arricchito diretto alla flottazione genera i prodotti commerciali totali che da Riso vanno al mercato, rispettivamente:

- 342.000 ton di Zn con tenore 65%
- 49.263 ton di Pb con tenore 76%

che complessivamente ammontano a 391.263 ton.

Nel ciclo di flottazione si producono, oltre ai 2 metalli Pb-Zn destinati alla vendita, le cosiddette “code” (scarti), nella quantità pari a circa 1,95 Mln t; come anticipato nella relazione mineraria, questi verranno miscelati agli scarti della cernita, oltre che ad acqua e cemento in proporzioni variabili, per essere allocati in sottosuolo ed in superficie.

## 11 Ripiena

L'operazione di ripienare i vuoti sotterranei si rende necessaria per motivi sia di sicurezza che di ordine ambientale, ma anche per una gestione sostenibile della miniera dal punto di vista economico.

È stata effettuata una valutazione approfondita in relazione alle opzioni di ripiena in sotterraneo della Miniera Monica, per determinare se fosse possibile trovare una soluzione semplice e a basso costo, correlandola con i risultati degli studi già effettuati in passato da EMI.

Il riempimento idraulico è stato identificato come il più idoneo per i materiali più fini.

L'impasto di riempimento ("paste fill"), una miscela composta dai "tailings" (residui del processo di flottazione) asciutti prodotti dall'impianto di trattamento uniti a cemento ed acqua, unito alla roccia sterile è stato però selezionato come il più idoneo per il caso in studio.

Questo metodo soddisfa infatti l'esigenza di stoccare la gran parte degli scarti in sotterraneo con costi più bassi rispetto alla realizzazione di un impianto apposito per la creazione del PAF ("paste aggregate fill"), molto più dispendioso.

Inoltre, il metodo prescelto consente di utilizzare anche parte della roccia sterile prodotta; il resto, resta comunque da stoccare in altre aree sotterranee appositamente individuate di volta in volta, sulla base delle condizioni dei vuoti storici residui.

Nel caso della fase 1 ("Colonna Zorzone"), si sono calcolati i vuoti a disposizione complessivi soggetti a riempimento a cui sono stati applicati coefficienti di resa effettiva paria all'80 %.

In banco, il volume roccioso viene considerato con una densità pari a 2,7 t/m<sup>3</sup> mentre la miscela stimata del "paste fill" è pari a 2,15 t/m<sup>3</sup>.

Il "paste fill" è risultato di una miscela tra code di lavorazione, sterile e cemento tale da ottenere il miglior compromesso per il riempimento dei vuoti.

Da valutazioni tecniche effettuati dalla Società in passato, in termini percentuali si sono considerati ottimali al fine delle migliori impiegabilità e resa i seguenti rapporti:

62 % sterile / paste

38% code / paste

5 % cemento.

<b><i>Volume vuoti totali (m<sup>3</sup>)</i></b>	<b>1.161.040</b>
Scarto (t)	1.567.405
Code (t)	944.089
Cemento (t)	124.919
<b><u><i>Sterile + code (t)</i></u></b>	<b>2.484.444.44</b>

*Tabella 21- Bilancio tra i volumi dei vuoti a disposizione*

<b><i>Minerale estratto (t)</i></b>	<b>3.918.510</b>
Pre-concentrato da destinare all'impianto di produzione (t)	2.351.106
Scarto (40% del minerale estratto)	1.567.404
Code	1.948.736
<b><u><i>Totale (scarto + code) (t)</i></u></b>	<b>3.5016140</b>
<b><u><i>Totale (scarto + code) da conferire (t)</i></u></b>	<b>1.041.759</b>

*Tabella 22- Bilancio produzione sterile da impianto*

## 12 Mezzi mobili

Durante l'attività di coltivazione verranno utilizzati macchinari meccanizzati di piccole dimensioni, di seguito l'elenco di dettaglio:

- Jumbo Epiroc Boomer M2C
- Sonda di produzione Epiroc Simba S7D
- Pala Sandvik LH307
- Camion Epiroc MT2010
- Locomotiva Valente VHD 2412

Il Jumbo è a doppio braccio ed è in grado di perforare fori con un diametro di 45 mm. Per questo progetto saranno necessari 2 jumbo, capaci di sia di perforare i fori da mina sia di installare la chiodatura di supporto.

La sonda per i fori di produzione può perforare fori con diametro variabile da 51 a 89 mm e una profondità di 20 m.

La pala Sandvik (7 ton di capacità) sarà usata durante tutte le attività minerarie; la benna ha dimensioni di 2m di larghezza per 2m di altezza. Questa pala potrà essere eventualmente sostituita con una avente capacità 10 tonnellate e quindi una larghezza di circa 2.8 m.

Il camion Epiroc MT2010 (20 ton di capacità) sarà utilizzato per il trasporto di tutto il materiale nella miniera. Questo potrà essere sostituito da uno avente 30 tonnellate di capacità.

La locomotiva Valente VHD 2412 è una locomotiva diesel, capace di trasportare sei vagoni Granby della portata di 5 m<sup>3</sup> di materiale ciascuno.

La stima del tempo massimo di utilizzo dei macchinari meccanizzati calcolato è di circa 5,585 ore all'anno.

Il trasporto su rotaie consiste in due treni viaggianti su due turni per giorno; ogni treno trasporta sei vagoni, per una capacità massima di circa 80 tonnellate di minerale. Il tempo medio impiegato per svolgere un intero ciclo di trasporto è di circa 190 minuti, ad una velocità media di circa 9 Km/h. Ciò permette di avere una capacità massima fino a 900 t/giorno, ben al di sopra delle richieste 450 t/giorno che verranno prodotte.

Saranno inoltre impiegati i seguenti veicoli ausiliari:

- Veicolo adibito al trasporto di caricatori elettrici, al trasporto di persone e di utensili;

- Livellatrice e cisterna con acqua, per la manutenzione della strada e dei tunnel di carreggio;
- Betoniera e pompa per spritz-beton;
- Veicolo, “pentola” ed attrezzature accessorie per operazioni specifiche quali il trasporto ed il pompaggio dell’esplosivo sfuso (AN-FO);
- Veicoli leggeri per le manutenzioni quotidiane.

## 13 Personale

La perfetta riuscita del piano minerario dipenderà dall'assunzione di personale qualificato ed esperto, preferibilmente residente nelle aree vicine a Gorno.

Il personale da assumere è stato calcolato considerando i diversi dipartimenti (dai minatori agli autisti dei mezzi meccanizzati, dai supervisori ai tecnici di cantiere).

I principali criteri applicati sono:

- Il personale tecnico e senior lavora dal lunedì al venerdì, con reperibilità nei fine settimana.
- Si considera un minimo di due persone per attività ogni turno, per questioni di sicurezza.
- Le attività sono strutturate su turni da 8 ore, così ripartiti: 4 mattine, 4 pomeriggi, 4 notti e 4 giorni di riposo.

Il numero di lavoratori varierà negli anni in base al ritmo di produzione, con previsione di vita produttiva della miniera pari a 15 anni.

DIPARTIMENTO	POSIZIONI	N° LAVORATORI
AMMINISTRATIVO	16	16
MINIERA	26	97
IMPIANTO DI PROCESSO	17	47
ESPLORAZIONE/ MANAGEMENT	4	4
<b>TOTALE LAVORATORI</b>		<b>164</b>

*Tabella 23- Tabella riassuntiva del numero posizioni e lavoratori impiegati per i relativi dipartimenti*

## 14 Impianto di trattamento del minerale

### 14.1 Introduzione

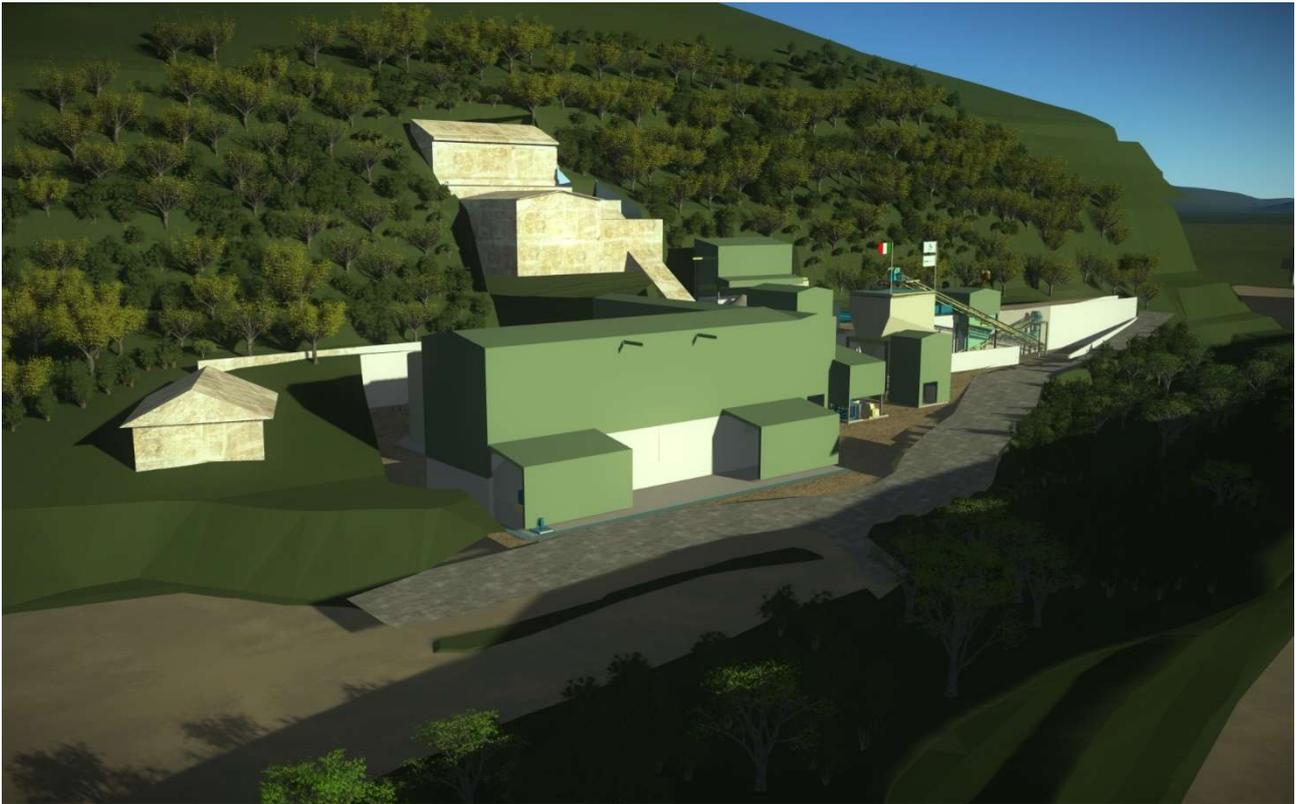
L'impianto di trattamento del minerale (Laveria) verrà realizzato ex-novo in corrispondenza dell'attuale sedime dell'ex storico impianto di Gorno in Loc. Riso area "Ex- Laveria". In questa fase, propedeutica al rinnovo della concessione mineraria, la Società Energia Minerals ha predisposto un progetto preliminare avanzato, dimensionando l'impianto secondo il piano di coltivazione previsto, attraverso una progettazione sufficientemente dettagliata e completa ai fini della definizione degli impatti ambientali dell'opera, demandando ad una fase successiva, l'ottenimento dell'Autorizzazione integrata ambientale, ai fini della realizzazione ed esercizio dell'impianto, il tutto nel pieno rispetto del cronoprogramma di coltivazione mineraria.

Lo studio sull'impianto di flottazione rientra nel PFS ("Preliminary Feasibility Study"), redatto dalla Società Lycopodium Ltd su commissione di Energia Minerals Italia srl (EMI). In particolare sono state analizzate diverse opzioni di bonifica ambientale, sono state tenute in considerazione le normative italiane riguardanti la tutela ambientale, sia per la lavorazione di sostanze potenzialmente inquinanti sia per il loro smaltimento/trasporto e sono stati rielaborati test metallurgici di laboratorio, svolti in passato da EMI, al fine di produrre uno schema realistico del possibile impianto che si andrà a costruire.

Nel contempo è stato messo a punto l'intero ciclo di trattamento con la definizione dei reagenti necessari e de loro quantitativo.

Dal punto di vista generale del complesso della struttura è previsto che la parte anteriore della stessa, dopo un importante intervento di demolizione e bonifica del vecchio impianto e delle aree limitrofe, sarà ricostruita secondo il nuovo layout elaborato, nel rispetto dei vincoli presenti (principalmente, paesaggistico e idrogeologico).





*Figura 14-1- Estratti Layout di progetto dell'impianto da vari punti di vista (Lycopodium)*

La parte più antica dell'edificio, a monte, soggetta a vincolo monumentale (Parte II – beni culturali, D.g.l. 42 del 22/01/2004) rimarrà invece inalterata, dopo un intervento di messa in sicurezza.



Figura 14-2- Proiezione in sezione dell'impianto esistente con individuazione del settore vincolato (riquadro rosso)

L'accesso all'impianto verrà garantito dall'attuale ponte di attraversamento sul Torrente Riso, il quale verrà consolidato e reso conforme per il transito dei mezzi mediante rinforzo con putrelle d'acciaio, inserite nel contesto delle travi esistenti, senza modifiche della sagoma in intradosso del manufatto, evitando compromissioni di tipo idraulico in relazione alla piena di progetto.

## 14.2 Frantumazione e cernita

Il materiale estratto dalle zone in coltivazione della miniera subirà i processi di frantumazione primaria e cernita direttamente in sottosuolo, in un camerone dedicato (Figura 14-3), situato in prossimità dell'esistente fornello di gettito collegante il Ribasso Forcella (940 m. s.l.m.) ed il Tunnel Riso – Parina (600m s.l.m.) e lontano dalle aree di scavo.

Il minerale scavato sarà trasportato a mezzo camion e scaricato in apposita tramoggia, per essere convogliato al frantoio primario, con riduzione della pezzatura dai 40 cm (dimensione massima) del tout venant a 10– 90 mm.

Dopo essere stato selezionato attraverso un vaglio vibrante primario a tre piani, il materiale viene convogliato ad un sistema di cernita con tecnologia XRT (telescopio a raggi X), che separa lo sterile dal minerale e permette gli step seguenti:

- lo scarto viene direttamente trasportato ad un'area di stoccaggio, per essere in seguito ricollocato nelle aree di escavazione ed utilizzato per la ripiena dei vuoti;

- il minerale, mediante nastri trasportatori, è immesso in un impianto di frantumazione e vagliatura secondari, per essere ridotto ad una pezzatura massima di 15 mm.

Il pre-concentrato sarà quindi scaricato nel fornello di gettito, per successivo carico sui vagoni ferroviari diretti all'impianto di flottazione esterno transitando dalla Galleria Riso Parina.

Il fornello di gettito funzionale alla miniera, avente diametro di 2,40 m e lunghezza pari a 340 m, permette uno stoccaggio di minerale di circa 1.350 mc (2.700t.).

### 14.3 Circuito di macinazione

Il circuito di macinazione consiste in un mulino a stadio singolo operante a circuito chiuso con separatore ciclonico ad acqua.

Il materiale macinato è scaricato dal nastro trasportatore nel cono di alimentazione del mulino, dove viene aggiunta acqua di trattamento per ottenere una fluidificazione al 72% - 75% di solido. Il materiale passa al mulino a sfere dove altra acqua viene aggiunta per ottenere una densità del 45% prima della classazione.

Il materiale macinato viene pompato nelle celle idro-cicloniche primarie per ottenere un prodotto di cui l'80% a granulazione di 120 $\mu$ m. Il sotto-flusso delle celle idro-cicloniche primarie a granulometria superiore a 120 $\mu$ m viene ripassato nel mulino a sfere per ulteriore riduzione, mentre il prodotto conforme viene scaricato nel circuito di separazione per la flottazione del piombo.

Nelle tavole OP01 e OP02 sono rappresentati: il principale sistema di frantumazione e cernita "ore sorter" disposto in sotterraneo.

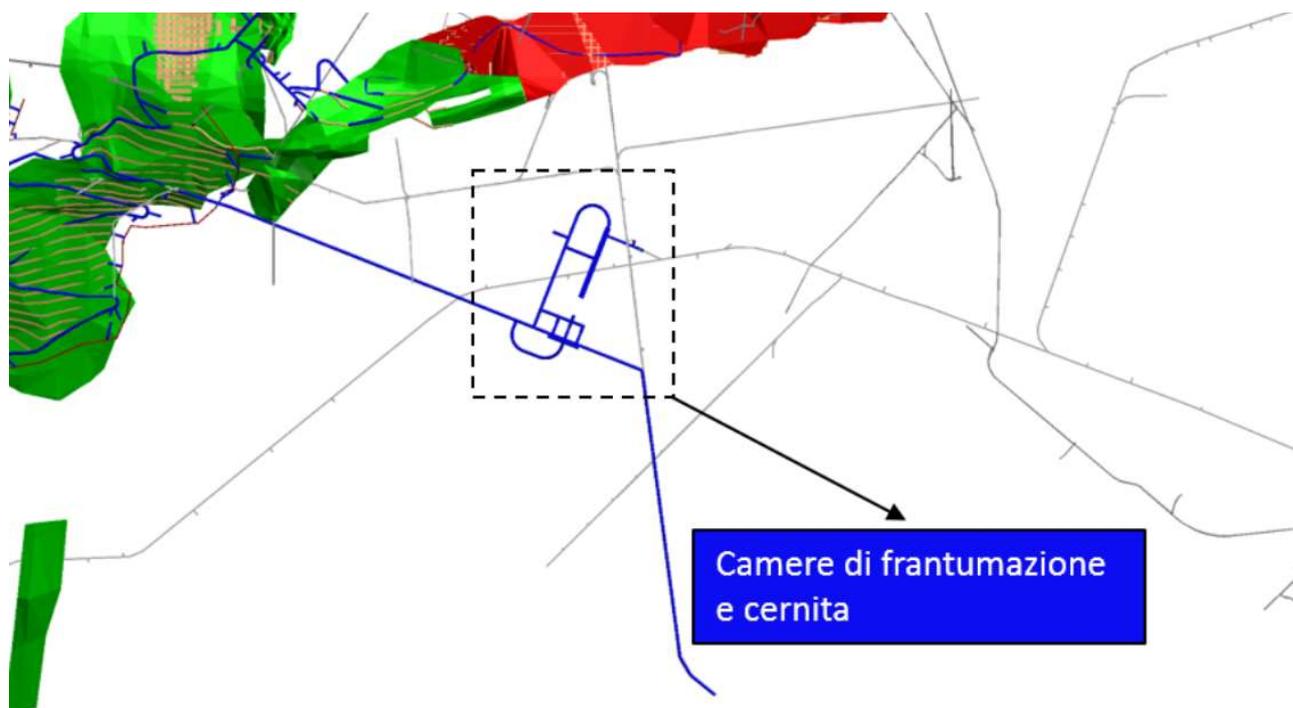


Figura 14-3- Ubicazione in sotterraneo delle camere di frantumazione e cernita

Nelle tavole di progetto OP02-LAV-03 e OP02-LAV-04, sono rappresentati rispettivamente le planimetrie e la sezione principale dell'impianto di produzione.

#### 14.4 Flottazione

Il minerale (estratto di materiale mineralizzato), frantumato e pre-concentrato in sotterraneo, arriverà su rotaia, convogliato in tramoggia e convogliato in un unico mulino a sfere con fase operativa a circuito chiuso per mezzo di un separatore idro-ciclone.

Il mulino macinerà il minerale al 80% utilizzando sfere di acciaio fino alla dimensione di 120 $\mu$ m. Il minerale prima di entrare nei quattro (4) circuiti di flottazione consecutivi viene dapprima condizionato. Ogni circuito è costituito da celle di flottazione, di varie dimensioni (soggette a specifiche portate e tempi di permanenza).

Ogni cella è mantenuta agitata con l'iniezione di aria e reagenti, formando uno strato di schiuma.

Nelle giuste condizioni, il minerale prescelto verrà adsorbito dalla schiuma che traboccherà e verrà raccolta negli sfioratori, mentre il residuo idrofilo passerà alla vasca successiva. Il minerale raccolto nelle vasche viene sottoposto a ripetuti processi per ottenere la concentrazione commerciabile desiderata.

Questo impasto di minerale prima entrerà nel circuito di flottazione di solfuro di piombo (PbS), che comprenderà due fasi di 'pulizia' e ri-macinatura per mezzo di un piccolo frantoio. Il concentrato PBS viene quindi addensato. Le code di lavorazione del PBS entrano poi nel circuito di flottazione solfuro di zinco (ZnS), che comprende 2 circuiti di 'pulizia'.

In base ai test metallurgici svolti da ALS Metallurgy e supervisionati da RFB, rivisti dal consulente Lycopodium è stato determinato il processo di flottazione per il recupero ottimale del minerale estratto. Nel dettaglio sono stati considerati test effettuati su campioni a basso contenuto di minerali ossidati in modo da rendere i test il più realistici possibili.

La scelta dei reagenti è la seguente:

	Utilizzo nominale		25kg	1000kg	1000kg
	kg/h	kg/giorno	confezioni/giorno	confezioni/giorno	Stoccaggio giornaliero/confezioni
Idrossido di Calcio (Ca(OH) <sub>2</sub> )	17,5	421	17	0,4	2,4
CMC (Carbosil metil cellulosa)	19,6	470	19	0,5	2,1
Solfato di Zinco (ZnSO <sub>4</sub> )	15	371	15	0,4	2,7
Metabisolfito di Sodio (SMBS)	9,3	223	9	0,2	4,5
Xantato di Sodio (SIBX or equivalent)	4,3	104	4	0,1	10
Solfato di Rame (CuSO <sub>4</sub> )	10	248	10	0,2	4
Frother (Interfroth 6-3N o equivalenti)	2,5	59	2	0,1	17
Flocc (Nasfloc 2225 and/or Nasfloc 2386 o equivalenti)	0,16	4	0,2	0,004	259

Il concentrato ZnS viene quindi addensato. Le code di lavorazione dello ZnS vengono pompate a loro volta verso il rispettivo addensante. L'acqua di processo del PbS e del ZnS viene recuperata da questa unità e ripompata al frantoio e al circuito di processo dei solfuri. I reagenti utilizzati nel 'circuito degli ossidi' non possono essere introdotti nel 'circuito dei solfuri'. Questo riduce anche la quantità totale dei reagenti impiegati.

L'impasto delle code di produzione addensate vengono poi pompate nel circuito di flottazione del PbO, che include 2 passaggi di 'pulizia'. Il concentrato di PbO viene addensato. L'impasto di PbO è dapprima sfangato utilizzando un idro-ciclone per rimuovere le frazioni minori di 20µm, poi trasferito per gravità in un circuito di pre-flottazione per rimuovere ogni materiale carbonaceo prima di entrare nel circuito di flottazione del ZnO che include una fase di 'pulizia'. Il concentrato di ZnO viene poi addensato, così come le sue code di lavorazione. L'acqua recuperata dal ciclo addensante viene recuperata per essere riciclata nel "circuito degli ossidi".

I concentrati (contenenti i minerali estratti) generati dai circuiti sopra descritti vengono trasferiti nei serbatoi di stoccaggio dell'impianto di gestione dei concentrati mediante condotte dedicate. L'acqua recuperata dagli addensanti è diretta verso i rispettivi serbatoi di accumulo dell'acqua di circuito. Anche l'acqua di recupero dei singoli concentrati impiegata nella fase di filtrazione verrà riciclata. Ora il prodotto concentrato contiene meno del 10% di umidità, e sarà pronto per essere caricato sugli autotreni e portato a destinazione. Le strutture di stoccaggio sono completamente chiuse e mantenute in depressione per evitare l'emissione di polveri nell'ambiente. I mezzi di trasporto prima di immettersi sulla carreggiata passano attraverso un sistema di lavaggio camion per eliminare possibili contaminazioni di residuo di concentrato nell'ambiente.

Le code di lavorazione dello ZnO sono essenzialmente prive di valore economico poiché la maggior parte del minerale di piombo e zinco, contenuti nell'impasto minerario, sono stati separati durante il processo. Addensate, vengono pompate attraverso una condotta all'impianto "Paste Aggregate Fill" (PAF), per un riutilizzo come materiale di riempimento sotto forma di aggregato cementizio, per le operazioni sotterranee. Questo composto viene combinato con lo smarino di risulta delle operazioni in sottosuolo e posizionato nei vuoti di estrazione. Questo metodo consente di smaltire il 100 % degli sterili generati e fornisce un addizionale contributo come sistema di supporto. L'acqua in eccesso recuperata durante la miscelazione e il trasferimento del PAF viene recuperata e pompata all'impianto di processo.

14.5 Ciclo dell'acqua nella laveria

Il bilancio idrico dell'impianto di Gorno è neutro: la quantità di acqua filtrata che esce dall'impianto di flottazione, estratta sia dai concentrati che dalle code, è pari alla quantità di acqua che entra nell'impianto, con il minerale e nell'acqua aggiunta per la miscelazione dei reagenti.

La Figura 14-4 mostra un bilancio idrico semplificato e mostra chiaramente che l'impianto ha un fabbisogno idrico pari a zero.

Se fossero necessari reagenti aggiuntivi o se il minerale contenesse un'umidità superiore a quella contemplata nell'attuale progetto (4%), il bilancio idrico risulterebbe positivo.

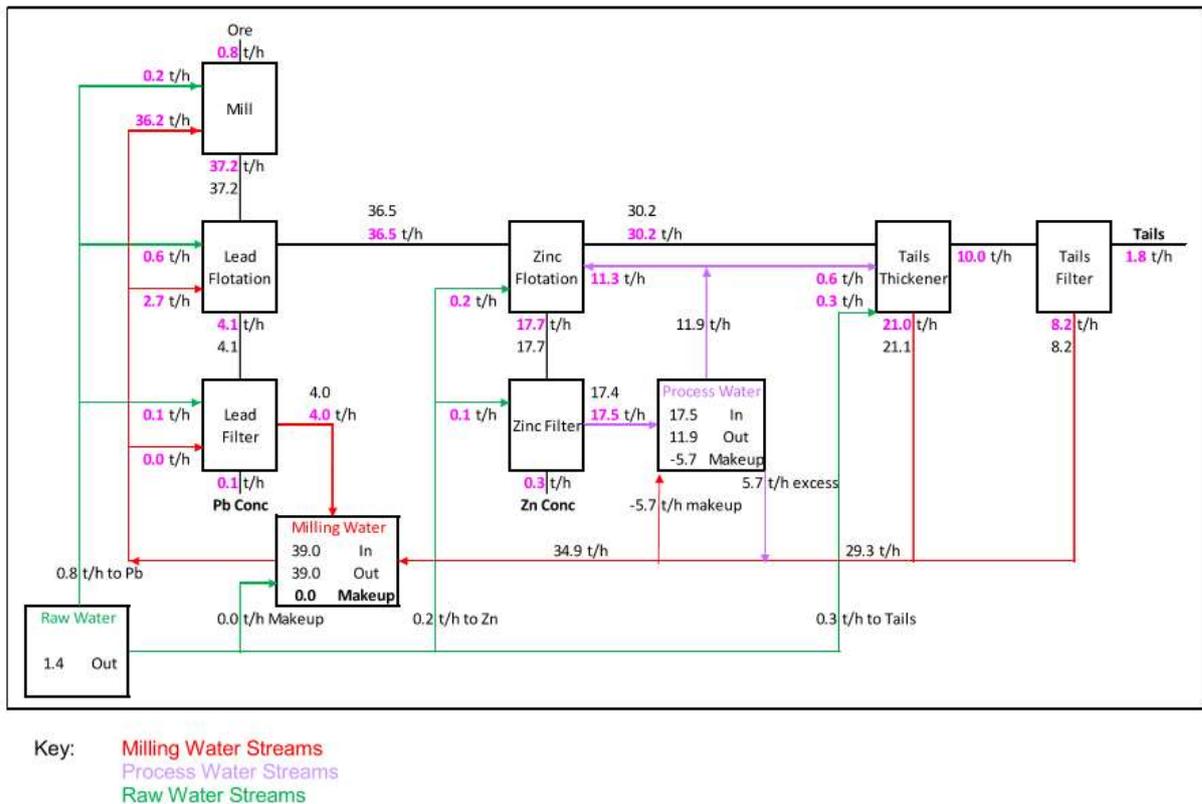


Figura 14-4- Schema semplificato bilancio idrico

## 14.6 Sistemi idrici

I test effettuati hanno dimostrato che la flottazione del piombo avviene a pH 8,3, con l'aggiunta di solfato di zinco e SMBS per deprimere lo zinco. Le aggiunte di solfato di rame e calce per attivare lo zinco e per regolare il pH, da 9,5, vengono completate prima della flottazione dello zinco.

L'acqua per la macinazione e la flottazione del piombo non deve contenere solfato di rame e il pH deve essere adatto alla flottazione di questo elemento.

L'acqua viene recuperata dai concentrati di flottazione e dalle code e riciclata nel processo.

Per evitare che il solfato di rame e l'acqua a pH più elevato entrino nei circuiti di frantumazione/flottazione del piombo, il progetto prevede tre circuiti di acqua di processo:

- Acqua di macinazione - pH da 7,0 a 8,3 con assenza o livelli bassi di solfato di rame.
- Acqua di processo - pH 9,5 con presenza di solfato di rame.
- Acqua pura.

Il bilancio idrico semplificato, come presentato in Figura 5.4.3, mostra i tre circuiti idrici e indica che, in media, vengono prodotte 5,7 t/h di acqua di processo in eccesso, non richiesta nel circuito di flottazione/ filtraggio dello zinco, che dovrà essere aggiunta al circuito dell'acqua di macinazione.

All'interno dello studio si è considerato che l'acqua recuperata dalle code di flottazione sia di qualità adeguata e che l'aggiunta dell'acqua di processo in eccesso al circuito di macinazione non abbia alcun impatto sulle prestazioni di flottazione del piombo.

## 15 Servizi

### 15.1 Introduzione

Le operazioni minerarie richiederanno servizi e strutture idonee sia di superficie (spogliatoi per i lavoratori, uffici, ecc.) sia in sotterraneo (ventilazione, corrente elettrica, acqua e sistemi di drenaggio). La principale localizzazione delle strutture si divide tra il Piazzale logistico di Ca' Pasi e l'impianto di trattamento del minerale, oltre naturalmente agli uffici amministrativi.

### 15.2 Infrastrutture in superficie

Le infrastrutture a cielo aperto di progetto includono:

- Uffici;
- Spogliatoi e servizi igienici;
- Officina;
- Piattaforma per il lavaggio delle auto di servizio;
- Comunicazioni;
- Strade.

#### 15.2.1 Uffici

Gli uffici esistenti presso il cantiere in località Cà Pasi saranno sufficienti per accogliere tutto il personale coinvolto.

Per gli stessi non si prevedono ulteriori ampliamenti rispetto a quanto già esistente.

#### 15.2.2 Spogliatoi

Presso il cantiere di Cà Pasi sarà predisposto uno spogliatoio appropriato, ubicato in affiancamento, lungo il settore meridionale del piazzale al blocco strutture dedicate

#### 15.2.3 Officina

Verrà realizzata un'apposita officina per i mezzi pesanti operanti in sottosuolo, al fine di garantire la manutenzione ordinaria e straordinaria a cui verrà affiancata una struttura per il lavaggio degli stessi.

#### 15.2.4 Piattaforma per il lavaggio delle auto di servizio

La piattaforma per il lavaggio delle auto di servizio verrà realizzata presso il cantiere di Cà Pasi, vicino all'officina, (come era stato fatto durante la campagna esplorativa di cui sopra), al fine di prevenire eventuali danni causati da scarsa manutenzione. In quest'area sarà predisposto un appropriato sistema di ricircolo dell'acqua sporca.

### 15.2.5 Comunicazioni

Le comunicazioni in sotterraneo verranno effettuate mediante sistema radio ed ogni veicolo sarà equipaggiato con il proprio apparecchio di comunicazione.

### 15.2.6 Strade e parcheggi

Le strade d'accesso ai livelli Forcella e Riso Parina sono già presenti e, come trattato in precedenza, sarà necessario solamente l'adeguamento di tratti della strada sterrata che conduce al cantiere di Cà Pasì. In prossimità del piazzale logistico di Cà Pasì si prevede

## 15.3 Ventilazione

L'aria che circola nell'interno delle miniere può subire alterazioni più o meno profonde, secondo le condizioni di lavoro e la natura dei giacimenti; più precisamente, può diventare asfissiante per sottrazione di ossigeno, velenosa per presenza di gas tossici, esplosiva per emanazione, dai giacimenti o dalle rocce incassanti, da gas infiammabili.

Non è il caso dei giacimenti della zona di Gorno-Oltre il Colle, vista la natura delle mineralizzazioni; infatti qui è esclusa la presenza di gas tossici ed atmosfere esplosive, tuttavia (vista la profondità e l'estensione degli scavi, con circuiti di ventilazione interrotti in più punti da crolli) si dovrà tener conto dell'eventuale mancanza di ossigeno, e della presenza di gas radon (già storicamente monitorato, anche nel corso delle passate campagne di prospezione).

### 15.3.1 Criteri di progettazione

I criteri di progettazione per il sistema di ventilazione in sotterraneo dello studio di fattibilità AMC, qui rivisitato sulla base della normativa italiana, sono stati i seguenti:

- Volume minimo di aria di 3 mc/min/lavoratore, come indicato in DPR 320/1956.
- Velocità massima dell'aria di 6 m/s nei tunnel principali, in riferimento al DPR 128/1959.
- Flusso minimo di aria di 0,05 mc /s per kW dei motori diesel impiegati.
- Valutazioni rispetto alla concentrazione di gas radon nelle gallerie e dell'esposizione dei lavoratori (effettuate in passato, per i cantieri di prospezione).

In aggiunta, sono stati tenuti in considerazione i seguenti parametri:

- Una fornitura suppletiva di 20 mc /s di aria per le camere di frantumazione e di cernita del materiale in sotterraneo;
- Diluizione dell'aria di scarico con il 10% di aria fresca, al fine di abbattere le emissioni dannose verso l'esterno;
- La possibilità di ventilare comunque i fronti di lavoro in avanzamento dall'alto, migliorando la qualità dell'aria complessiva.

L'afflusso totale di aria richiesto è riportato nella Tabella 18.

Mezzi mobili	Energia elettrica (kW)	Flusso d'aria per macchina (m <sup>3</sup> /s)	Utilizzo (%)	Quantità (ea)	Flusso d'aria (m <sup>3</sup> /s)
Jumbo	120	6.0	0	2	0
Perforatrici di produzione	70	3.5	0	1	0
Pala (7 t)	150	7.5	100	3	23
Camion (20 t)	220	11.2	100	4	45
Ausiliari	100	5.0	100	1	5
Livellatrice	143	7.2	100	1	7
Totale mezzi primari					79
Infrastrutture	–	–	–	–	20
Perdita	–	–	–	–	10
Flusso di aria totale					109

Tabella 24: Requisiti per il flusso d'aria.

### 15.3.2 Circuito di ventilazione primaria

La rete di ventilazione è stata quindi ipotizzata, in relazione ai macchinari presenti ed alle condizioni del sito, sulla base di un afflusso totale massimo di 110 mc /s.

L'apporto primario di aria avverrà mediante due punti di immissione: in primis, dal ribasso Forcella che, dopo il previsto allargamento alla sezione di progetto definitiva (4,5 m X 4,5 m), garantirà un flusso pari a circa 120 mc/s alla velocità di 6 m/s.

Senza l'allargamento della galleria, che peraltro si rende necessaria anche solo per rendere fattibile l'apertura della miniera ai fini della sicurezza e della logistica, la portata d'aria sarebbe limitata a 65 mc /s, quindi insufficiente.

I fumi di scarico prodotti dai veicoli in sotterraneo saranno miscelati con aria fresca, al fine di abbattere le emissioni dannose; dopo la miscelazione, verranno espulsi dal fornello di ventilazione presente nel ribasso Forcella (che prevede comunque una stazione di misura della qualità dell'aria).

Anche il ribasso Ponente sarà attrezzato con un ventilatore di minore potenza, per supportare l'espulsione dell'aria di scarico dalla miniera.

L'apporto di aria secondario avverrà tramite le vecchie gallerie soprastanti il ribasso Forcella, già collegate a quest'ultima mediante una serie di fornelli di gettito esistenti; il percorso che la ventilazione dovrà seguire in questi vecchi tunnel sarà forzato, mediante l'installazione di porte di ventilazione (da aprirsi e chiudersi in funzione dello stato di avanzamento dei cantieri, come da buone regole di arte mineraria).

Visto l'andamento fortemente stagionale dei flussi d'aria, legato al notevole dislivello tra i livelli di gallerie della miniera, è giocoforza che le condizioni del sistema di ventilazione debbano essere ritirate stagionalmente, con spostamento delle infrastrutture che lo condizionano.

Resta però confermato il sistema forzato dall'alto verso il basso, in virtù del fatto che la prima fase della miniera, prevedendo lo sfruttamento della Colonna Zorzone, avviene in questo senso; quando la rampa di accesso verrà completata, raggiungendo la Riso Parina, la miniera disporrà di un altro potente veicolo di aria naturale, con migliore, aumentata possibilità di direzionare i flussi nelle parti di miniera in lavorazione.

### 15.3.3 Modellizzazione della ventilazione

Il modello della ventilazione è stato creato da AMC utilizzando il software Ventsim™, facente parte del pacchetto Datamine ed estesamente impiegato nel mondo anglosassone per la modellizzazione e la simulazione di circuiti di ventilazione industriali.

Questo modello permette di ipotizzare la posizione dei punti di immissione di aria nel circuito tenendo conto delle condizioni interne ed esterne della miniera (temperatura, pressione, umidità), onde verificare la presenza di aria "fresca" (intesa come pulita, esente da sostanza nocive) in tutte le aree di coltivazione, con un corretto smaltimento dei fumi di scarico.

N.B.: la modellizzazione della ventilazione è stata concepita in primis sullo schema di coltivazione della prima fase di coltivazione (Colonna Zorzone), definita – come già espresso nei paragrafi precedenti -nelle dimensioni e nelle geometrie con un maggior grado di dettaglio; evidentemente, con l'approfondimento tecnico sulle "estensioni", la ventilazione sarà ricalcolata di conseguenza anche in funzione della sequenza degli scavi.

Dal punto di vista operativo, i ventilatori installati per garantire il flusso primario sono:

- Korfmann AL-22-250, con una potenza di circa 250 kW, per il fornello di ventilazione nel ribasso Forcella ( Camino di ventilazione Val Vedra).
- ClemCorp 1400 MK4, con una potenza di circa 220 kW, per l'imbocco del ribasso Ponente.

Il sistema di ventilazione in sotterraneo deve ovviamente essere concepito e mantenersi estremamente flessibile, in modo da poterlo spostare ed adattare a tutte le possibili aree estrattive; in corso d'opera, in funzione anche di un'eventuale modifica in ordine alla sequenza degli scavi, potranno essere modificate od integrate le funzionalità dei dispositivi sia primari che secondari.

Da modello Ventsim, le due vie di uscita dell'aria (fornello di ventilazione nel ribasso Forcella e imbocco del ribasso Ponente) in condizioni ordinarie garantiscono una velocità di flusso dell'aria rispettivamente di circa 13.5 m/s e 6 m/s.

Da considerare anche che il fornello principale (quote 600-940 m slm) attualmente garantisce una circolazione d'aria parziale, in quanto il tratto sommitale si presenta parzialmente occluso da detriti. In sede esecutiva il fornello, come da programmi, verrà riabilitato completamente e reso funzionante al 100%, andando ad influenzare ulteriormente in positivo il circuito di ventilazione della miniera.

#### 15.3.4 Ventilazione secondaria

Come già descritto, l'aria sarà inviata ai cantieri di coltivazione partendo dalla rete di ventilazione primaria, mediante ventilatori secondari da 110 kW, al fine di garantire una portata di 19 mc /s.

L'utilizzo di porte e sbarramenti temporanei consentirà di direzionare e concentrare il flusso nelle sole aree di lavorazione.

Per le gallerie di tracciamento e sviluppo, si renderà necessaria una portata d'aria di circa 7,5 mc /s, ottenibile mediante ventilatori da 37 kW posizionati di volta in volta sui cantieri in avanzamento.

N.B: si sottolinea che tutti questi valori risultano largamente in eccesso rispetto a quelli suggeriti dalla normativa italiana, quindi il sistema previsto è estremamente cautelativo per la salute degli operatori in sotterraneo.

#### 15.3.5 Temperatura in miniera

Il progetto ricade in un'area geografica con clima continentale di tipo alpino, caratterizzato da temperature medie che variano da 21°C a Luglio fino a 0,2°C in Gennaio; le temperature minime invernali sono comprese tra -5 e -10°C.

Durante la campagna esplorativa del 2015 la temperatura dell'aria in sottosuolo è stata uno dei parametri monitorati settimanalmente; l'analisi dei dati ottenuti ha portato alla conclusione che non ci sono evidenti sbalzi termici tra le diverse stagioni, con temperatura media misurata pari a circa 10/12°C.

Ovviamente la direzione dei flussi d'aria subisce invece la ben nota inversione estate-inverno, per cui in galleria si percepisce il cambio stagionale con “la miniera che soffia o che aspira” ciclicamente.

#### 15.4 Corrente elettrica

15 kV di corrente elettrica sono attualmente disponibili presso il cantiere di Cà Pasi e portati in miniera mediante appositi cavi elettrici.

La corrente elettrica durante la coltivazione sarà fornita in media tensione e poi, tramite appositi trasformatori, sarà ridotta alla bassa tensione.

Il picco massimo annuale di richiesta di fornitura elettrica sarà di circa 9,6 MWh, come da ipotesi progettuali dei tecnici specialisti (vedi allegati); gli impianti di ventilazione rappresentano l'elemento di maggior consumo di energia elettrica. Le specifiche e i dettagli sono sviluppati nella relazione specialistica RT12 a corredo del progetto.

#### 15.5 Acqua

##### 15.5.1 Sorgenti d'acqua

Come già evidenziato la strutturazione dei livelli minerari oggetto di coltivazione e il piano di carreggio per il trasporto del minerale al portale di Riso, fa sì che si passi a quote altimetriche comprese tra 1070 m .s.l.m. di ribasso Ponente, fino alla galleria di carreggio posta a quota 600-550 s.l.m. .Come dettagliatamente descritto nei capitoli riguardanti gli aspetti idrogeologici, la galleria Riso Parina raccoglie nella propria rigola, una serie di venute idriche ubicate in una serie di “nicchie” esplorative realizzate durante l'escavazione della galleria medesima. Le acque, convogliate nella rigola finiscono, in parte nei livelli allagati in corrispondenza delle Discenderie Selvatici, Roma e Firenze e in parte direttamente nel Torrente Riso. Nel contesto dei cantieri oggetto di coltivazione non è stata rilevata la presenza di sorgenti, solo localmente sono evidenti segni di circolazione, con sporadiche piccole infiltrazioni a carattere locale, per lo più in presenza di zone di faglia, con manifestazioni di stillicidio localizzato e intermittente. La limitata circolazione di acqua nel contesto rende di fatto i cantieri del livello Forcella 940 sostanzialmente asciutti.

Al livello Piazzole 990, collegato altimetricamente dai 330 gradini lungo la scala santa è presente una discreta circolazione idrica, derivante esclusivamente dall'infiltrazione di acque di sub-alveo del Torrente Vedra. Le acque si raccolgono nei livelli altimetricamente più alti posti sotto l'asse vallivo del Vedra, in tale settore sono presenti uno o più punti con comunicazioni tra il talweg della valle e le gallerie, consentono alle acque di infiltrarsi, raccogliersi e scorrere secondo lo schema allegato. Una volta raggiunto il livello Piazzole 990, scorrono lungo una rigola appena accennata lungo il ramo

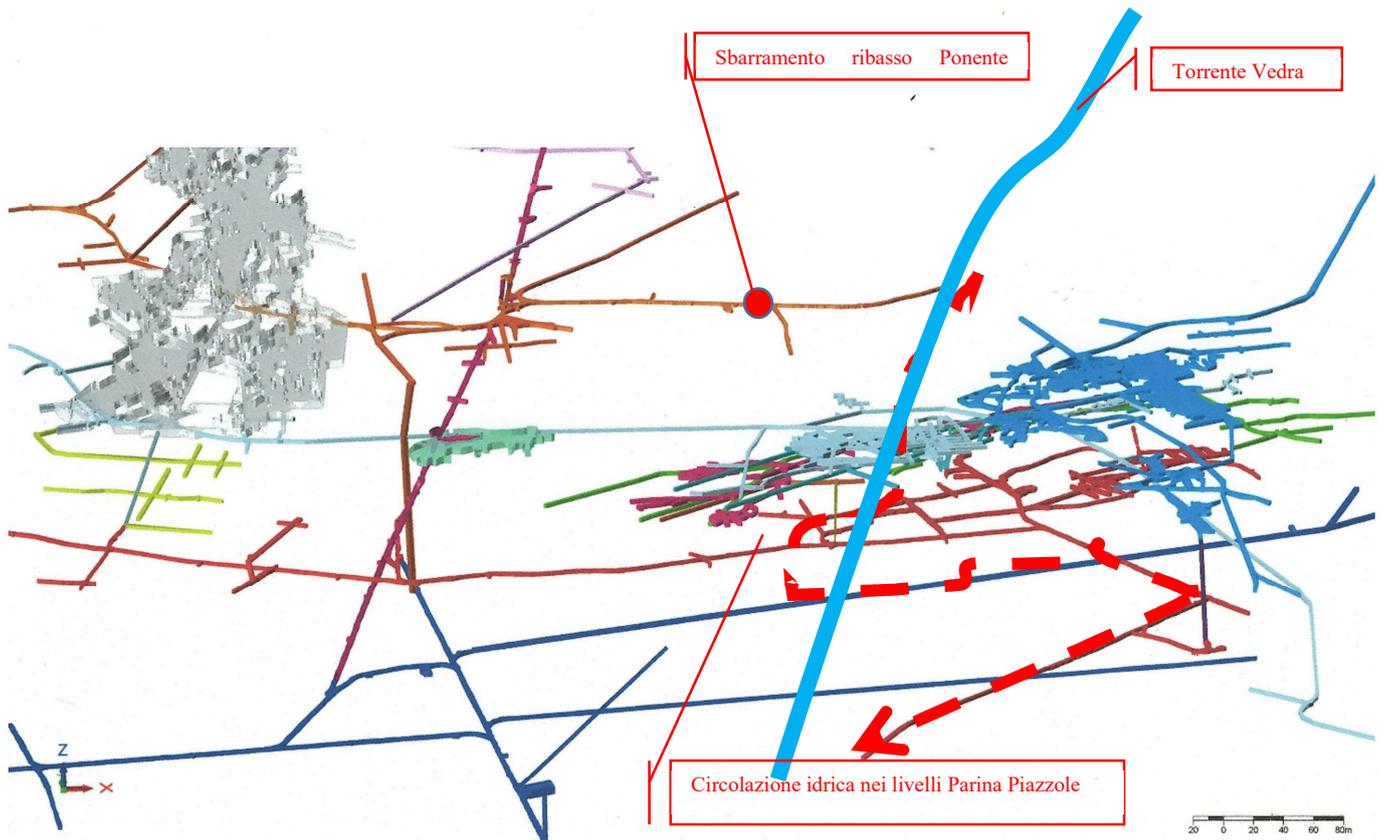


Figura 15-1- Vista assonometrica Schema assonometrico semplificato della circolazione idrica tra il livello Parina 1040 e il livello Piazzole 940.

di carreggio e vanno a giorno defluendo al portale Piazzole.

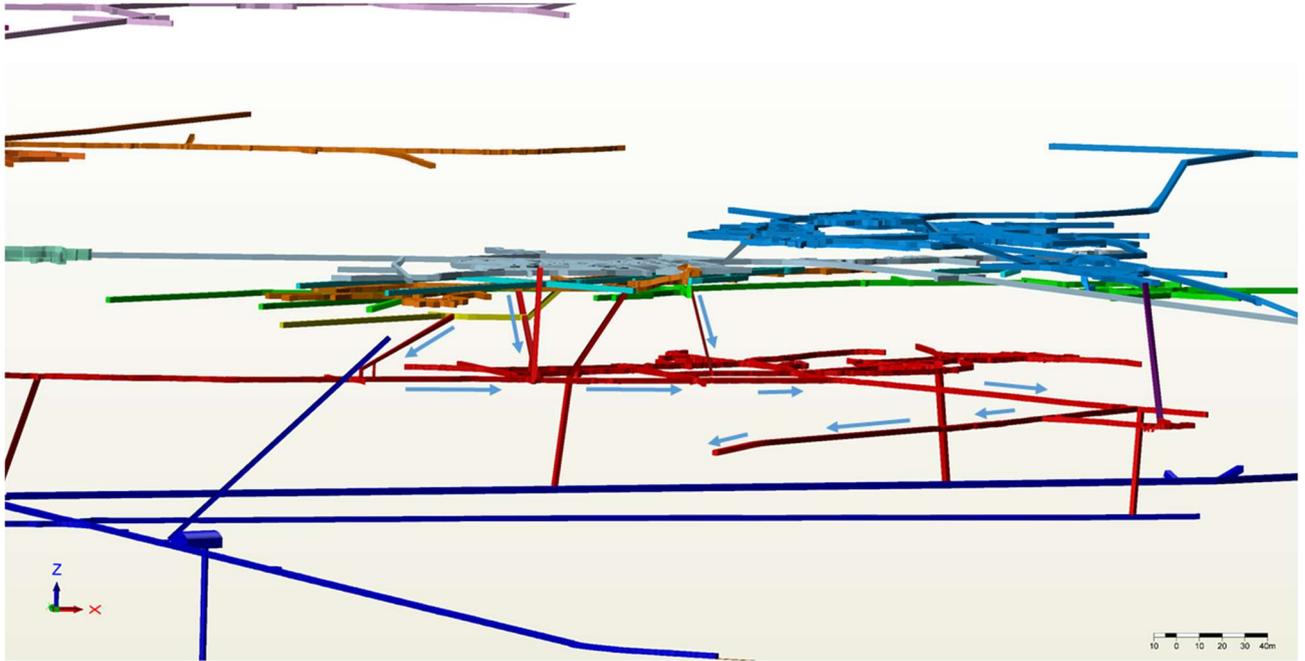


Figura 15-2- Schema assonometrico semplificato di dettaglio della circolazione idrica tra il livello Parina 1040 e il livello Piazzole 940.

Poco oltre l'ingresso di "Ponente" è presente uno sbarramento artificiale realizzato in calcestruzzo, durante le fasi passate di coltivazione della miniera. In esso vengono convogliate e si raccolgono le acque intercettate da alcuni sondaggi esplorativi (anch'essi realizzati in passato), che anche in questo caso hanno raggiunto il sub-alveo del fiume. La portata idrica, che si rende disponibile costituisce un polmone importante per le attività di cantiere e verrà utilizzata secondo le esigenze tecniche e i fabbisogni indicati a progetto.

Le attività minerarie richiederanno un apporto di circa 5 l/s per carotaggi e abbattimento delle polveri.

### 15.5.2 Sistema di ricircolo

Il sistema di ricircolo delle acque in sotterraneo varierà al variare delle aree di coltivazione attive.

A lungo termine, sono proposti tre metodi di ricircolo d'acqua:

- L'acqua proveniente dalle aree più elevate della miniera può essere indirizzata mediante pompe e canaline di scolo verso aree predisposte all'immagazzinamento di acqua in sotterraneo (piccole dighe e vasche di stoccaggio).
- L'acqua proveniente dai livelli più bassi della miniera, ma sopra la quota della galleria Riso Parina, verranno incanalate nel tunnel Riso Parina e portate all'esterno mediante apposito canale di scolo come già attualmente avviene.

Se necessario, verranno utilizzate pompe tipo WT103 o WT106, al fine di indirizzare l'acqua verso aree idonee allo stoccaggio, evitando alcun tipo di problema durante le fasi di coltivazione.

## 16 Analisi economica

L'analisi economica del progetto minerario, qui riportata in sintesi, ha preso in considerazione tutti i costi (fissi, variabili ed investimenti) necessari per l'avvio, la gestione operativa e la chiusura della miniera in tutte le sue parti produttive.

La simulazione riportata è stata condotta sia al lordo che al netto delle imposte.

L'analisi economica si basa sui prezzi correnti dei metalli, aggiornati sulle Borse Internazionali al dicembre 2019; il prezzo del minerale fissato per l'analisi è stato 3.000 US\$/ton per lo Zinco e 2.350 US\$/ton per il Piombo.

Questi valori sono stati stimati da Alta Zinc come prezzi realistici a lungo termine sia per il mercato attuale che per l'inizio previsto del flusso delle entrate.

In base a queste considerazioni, le entrate da vendite dei prodotti suddetti ammontano dunque a circa 600 Mln €, con le precisazioni che seguono:

Per il concentrato di zinco prodotto sono stati ipotizzati i seguenti supplementi:

- 85% di Zinco commerciabile (basato su un tenore di zinco concentrato pari al 65% e detrazione dell'8% di Zinco)
- Costo unitario per il trattamento 147 US\$/ton di concentrato (prezzo di base Zn = 3.000 US\$/ton, costante)

- 40.00 €/ton costo unitario per il trasporto.

Per il concentrato di Piombo prodotto sono stati ipotizzati i seguenti supplementi:

- 95% di Piombo commerciabile (basato su un tenore di zinco concentrato pari al 76% e detrazione dell'3% di Piombo)
- Costo unitario per il trattamento 135 US\$/ton di concentrato (prezzo di base Pb = 2.350 US\$/ton, costante)
- 95% di Argento commerciabile con una riduzione di 50 g/ton di Argento
- 40.00€/ton costo unitario per il trasporto.

### *Sottoprodotti*

I test metallurgici effettuati hanno evidenziato come dalla produzione di concentrato sarà sempre possibile recuperare una quantità di argento commerciabile. I grafici risultanti dai test metallurgici mostrano curve di recupero pari  $Ag = 1,173$  g/ton da un concentrato di Piombo del 76,2% .

L'argento aggiunge circa 14,5 milioni di US\$ al profitto netto (5% discount)

### *Elementi inquinanti*

Secondo i test metallurgici effettuati, non saranno presenti elementi inquinanti nei concentrati.

### *Royalties*

Spetterà alla società Berghem Mines & Tech S.r.l. l'1% dei ricavi netti della fonderia, sotto forma di royalty.

Per legge, non sono previste royalties allo stato Italiano

### *Imposta sul reddito di impresa*

L'imposta sul reddito d'impresa è stata stimato basandosi sulle seguenti ipotesi:

Aliquota di imposta sul reddito 27%

Ammortamento del capitale lineare per tutto il periodo di produzione

Perdita fiscale all'apertura 14,5 Milioni di euro

Riporto totale delle perdite fiscali di produzione o pre-produzione

Queste ipotesi sono concordi con le leggi vigenti in materia fiscale in Italia.

#### *Tassi di cambio e inflazione*

Spese in conto capitale, profitti e costi operativi sono in Euro (EUR o €) e sono in termini di denaro reali al 2019. Ai fini dell'indicizzazione, il modello del flusso di cassa presuppone una data di inizio del 1 ° gennaio 2020. I tassi di cambio applicati sono indicati nel capitolo Conto Capitale.

Il tasso di cambio applicato nel modello finanziario è EUR / USD = 1,1325.

Nessun tasso di inflazione è stato applicato nel modello finanziario.

#### *Altri parametri*

Una riduzione del 5% è stata applicata al profitto netto.

## **16.2 - VALUTAZIONE ECONOMICA DEL PROGETTO**

Di seguito, in Tabella 25, vengono riportati gli importi relativi ad ogni categoria di costi (investimenti, costi correnti e tasse) sostenuti per realizzare l'opera/miniera comprendente l'intero giacimento "Colonna Zorzone + Estensioni"; essa rappresenta in estrema sintesi il conto economico complessivo della miniera, ricordiamo basata su un potenziale estrattivo di 8,4 Mton e 18 anni di vita produttiva.

I costi da sostenere durante la vita della miniera (ricordiamo: 3 anni di preparazione mineraria + 15 anni di coltivazione vera e propria del giacimento) ricomprendono l'estrazione e la lavorazione dei materiali attraverso più processi, la gestione degli scarti provenienti da ogni ciclo di lavorazione e tutti i trasporti relativi ad ogni fase; nei modelli utilizzati sono stati calcolati in € per tonnellata di minerale estratto (€/ton).

Alcune precisazioni:

- il capitale di progetto iniziale totale (negli anni 1-3) ammonta a 56,84 milioni di Euro; questo rappresenta il costo del progetto (IVA + capitale di sostegno esclusi)
- il capitale di sostegno totale è pari a 6,99 milioni di Euro (ovvero, il capitale di progetto per gli anni 4-18); questi sono i costi di capitale dopo l'avvio della produzione.
- il capitale totale per la vita della miniera risulta di 63,83 milioni di euro
- i costi per la messa in sicurezza delle strutture minerarie ed il recupero ambientale sono stimati in 2,8 milioni di Euro.

<b>VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA</b>			
<b>DESCRIZIONE</b>	<b>IMPORTI (€)</b>	<b>IVA %</b>	<b>TOTALE (€, IVA inclusa)</b>
<b>A) COSTO DEI LAVORI</b>			
A.1) Interventi previsti	42.220.500		51.509.010
Impianti	12.100.000	22	14.762.000
Materiali di consumo	4.000.000	22	4.880.000
Infrastrutture	200.000	22	244.000
<b>Totale Impianti</b>	<b>16.300.000</b>		<b>19.886.000</b>
Sviluppo Minerario	15.251.000	22	18.606.220
Costi operativi capitalizzati	1.245.500	22	1.519.510
Infrastrutture Minerarie	9.424.000	22	11.497.280
<b>Totale Miniera</b>	<b>25.920.500</b>		<b>31.623.010</b>
<b>Totale Progetto</b>	<b>42.220.500</b>		<b>51.509.010</b>
A.2) Oneri di sicurezza	373.000	22	455.060
A.3) Opere di mitigazione e recupero	2.800.000	22	3.416.000
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	750.000	22	915.000
A.5) Opere connesse			
<b>TOTALE A</b>	<b>46.143.500</b>		<b>56.295.070</b>
<b>B) SPESE GENERALI</b>			
B.1 Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al	1.600.000	7	1.712.000

coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità			
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	3.400.000	22	4.148.000
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici			
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini <i>(incluse le spese per le attività di monitoraggio ambientale)</i>			
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3) B.5)			
B.6) Imprevisti	3.600.000		3.600.000
B.7) Spese varie	2.100.000	22	2.562.000
<b>TOTALE B</b>	<b>10.700.000</b>		<b>12.022.000</b>
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge			
<b>TOTALE (A + B + C)</b> <b>Valore complessivo dell'opera</b>	<b>56.843.500</b>		<b>68.317.070</b>

Tabella 25: sommario costi/ricavi della miniera (gestione globale)

### 16.1 Conclusioni:

Alle condizioni considerate, ferme restando le attuali quotazioni dei metalli prodotti, il progetto minerario può generare un flusso di cassa netto positivo pari a 129 Mln €, risultando economicamente sostenibile.

Evidentemente, si tratta di un progetto industriale con un peso economico molto importante, in grado di generare occupazione diretta ed indiretta per centinaia di persone, con positive ricadute sul territorio anche in termini di gestione di aree non più produttive da tempo.

Evidentemente, ogni ulteriore sviluppo della miniera (nel corso della vita della presente concessione verranno infatti ricercate ulteriori espansioni del giacimento) sarà in grado di aumentare ulteriormente il peso economico e strategico dell'attività.