

COMUNE DI CARRARA

PROVINCIA DI MASSA CARRARA

PIANO DI COLTIVAZIONE CAVA DENOMINATA "NOCCIOLA" N. 54



REDATTA AI SENSI DELLA L.R. 10/10 E L.R. 35/15

ESERCENTE:

Società Apuana Marmi S.r.l.

TITOLO:

PROGETTO DI COLTIVAZIONE

II TECNICO:

Dott. Ing. Massimo Gardenato
ingegnere minerario



TAV.:

DATA:

GENNAIO 2026

FILE:

RelTec_26



via G.Pascoli, 44 55032 Castelnuovo Garf.na (LU) - via di Turigliano, 24a 54033 Carrara (MS)
Tel. 0585 093077 e e-mail: studio@rocnnet.net



PROGETTO DI COLTIVAZIONE

La presente relazione, completa di allegati cartografici, è stata redatta a supporto della Verifica di assoggettabilità a Via ai sensi dell'art. 48 della L.R. 10/10 per la cava "Nocciola" n° 54, sita nel bacino estrattivo di Torano ed esercita dalla Società Apuana Marmi s.r.l..

La nuova variante progettuale nasce dalla necessità di aggiornare il piano di coltivazione e poter proseguire le coltivazioni a seguito della scadenza dell'autorizzazione vigente prevista per il 30/04/2026.

La cava risulta autorizzata all'escavazione con Det. Dir. N° 04906 del 13/10/2022 successivamente prorogata fino al 30/04/2026.



4.1 – FASI PROGETTUALI, LAVORAZIONI E TEMPISTICHE PREVISTE

Stato dei lavori

Allo stato attuale le coltivazioni si svolgono esclusivamente in sotterraneo. Infatti a seguito del completamento e dell'attestazione dei fronti esterni come da progetto è stato aperto il sotterraneo di progetto (a seguito di approvazione ASL come da prescrizioni dell'autorizzazione) e sono stati realizzati 5 avanzamenti. Sono stati eseguiti tutti i lavori di messa in sicurezza previsti dal piano di coltivazione vigente e quelli prescritti in autorizzazione. Le relative relazioni sono state depositate sia a Comune che ad ASL. I lavori sono iniziati a cavallo tra fine 2023 ed inizio 2024.

Lavori di progetto

I lavori proseguiranno come da progetto autorizzato in scadenza. Si realizzeranno dunque i tracciamenti in direzione SE atti ad esplorare il giacimento provvedendo, nella fase preliminare, anche alla realizzazione di alcuni tracciamenti in direzione SW. Congiuntamente si proseguirà nella realizzazione del tracciamento autorizzato necessario alla realizzazione della seconda uscita di emergenza. Nella fase finale di progetto, congruentemente con quanto realizzato nella fase preliminare si collegheranno i tracciamenti con il previsto isolamento di 3 pilastri. Arrivati con il tracciamento all'estremo S del mappale 55 si procederà ad effettuare lo studio geologico necessario alla richiesta del permesso di ricerca del mappale 113.

Nell'area antistante il sotterraneo sarà ampliato il piazzale antistante l'ingresso al sotterraneo. Nel gradone sottostante sarà dunque realizzata una fila di blocchi a contornare tutto il ciglio dello stesso e delimitare un'ampia area. Tale invaso sarà riempito con il detrito proveniente dalle lavorazioni fino a colmare tutta la prima fila di blocchi. A questo punto sarà realizzata la seconda fila di blocchi che saranno poggiati in parte sulla fila sottostante ed in parte sul riempimento. Completata la fila si proseguirà con il riempimento e così a salire fino alla quota del piazzale soprastante realizzando, come visibile in planimetria di progetto, un volume tecnico che consentirà la formazione di un'ampia piazzale che darà spazio a posizionamento e stoccaggio blocchi nonché maggiore spazio alle terne per la riquadratura degli stessi. In tale



piazzale, così come descritto nel paragrafo dedicato, si gestiranno anche i derivati da taglio con gli opportuni apprestamenti necessari alla gestione delle AMD che vi insistono sopra.

Tolleranze progettuali

Appare sin da subito opportuno evidenziare come le quote medie delle bancate sino ad oggi coltivate siano da intendersi con valenza relativa in quanto gli abbassamenti di quota eseguiti durante le lavorazioni non sono mai realizzabili con riferimento a quote assolute, ma presi per multipli legati alla ottimale altezza di lavorazione (differente talvolta da cava a cava). L'altezza relativa dei piazzali (uno rispetto a quello adiacente) in lavorazione nelle cave di ornamentali dipende infatti dal materiale e dai macchinari utilizzati. In genere tende a rimanere costante durante lo sviluppo della bancata cosicché, per effetto del sistema di lavorazione che determina uno scalino a salire di alcuni centimetri per ogni bancata (3-4 mediamente, ma non sempre preventivabili a priori), le quote progressivamente variano in leggero aumento nella direzione di avanzamento delle bancate.

Analogamente succede per gli avanzamenti in galleria che, dalla quota di partenza, a parità di altezza macchina (5,8 m +/- 0,2), sono normalmente a salire avanzamento per avanzamento di alcuni centimetri per effetto della parziale convergenza dei tagli e della necessità di spazio lama per ogni successivo avanzamento rispetto al precedente (grosso modo con un rateo tra 1% e 1.2%). Per questo motivo le quote medie del pavimento e del tetto sono sempre da ritenersi come medie indicative e non come valori assoluti poiché anch'esse variano nello spazio in funzione di questo rateo di ascesa e del "tragitto" che la macchina compie negli avanzamenti successivi. Pertanto anche in questo caso si sono definiti dei Livelli di coltivazione, mutuati dalla usuale progettazione mineraria, quale elemento che meglio definisce il piano di lavoro rispetto ad un valore spot della quota. In questo caso sarà indicato in legenda con L_0 il livello del sotterraneo in tracciamento. La quota del pavimento delle gallerie di tracciamento è funzione della quota di partenza ovvero, nel caso allo studio, nel Cantiere L_0 sarà funzione della quota attuale raggiunta dal tracciamento esistente; con il procedere degli avanzamenti la quota si modificherà in funzione del rateo di ascesa della macchina da galleria. E' ovvio che la quota di cielo del sotterraneo segue il medesimo



meccanismo dato che l'altezza di taglio è sempre la medesima con scostamenti al massimo di 10-20 cm localmente.

Per ovviare a queste problematiche relative alla quota reale dei piazzali si è deciso di indicare non più la quota reale degli stessi, in quanto fuorviante, ma si è introdotta la quota media di riferimento del livello L_{iesimo} in coltivazione che risulta variabile in funzione, appunto, delle quote locali nei singoli piazzali su cui procedono e/o procedranno gli scavi.

Per suddetto motivo nelle legende delle planimetrie attuali e di progetto vengono indicati i livelli di coltivazione e le relative quote medie di riferimento con i possibili scostamenti in meno e più. Si evidenzia come è stato pertanto introdotto unicamente il livello L_0 che rappresenta la quota media del tracciamento a partire da quella attuale da cui verrà iniziato e che corrisponde con la quota media dello sbasso attuale e che sarà proseguita.

Nel calcolo dei volumi si è quindi considerata la differenza tra la quota media del livello L_{iesimo} e quella del livello sottostante $L_{iesimo-1}$ per cui, trattandosi di differenze tra valori medi e non modificandosi l'altezza tra i due livelli, il valore delle tolleranze palesemente non modifica le volumetrie finali del progetto. Per il calcolo dei volumi è stato preso in considerazione un'altezza max di 5,8 m per i tracciamenti ed un'altezza di 8 m per la realizzazione di ciascuno degli sbassi previsti in sotterraneo. Vedasi tavola sezioni per indicazioni di dettaglio sulle tolleranze previste.

Analoga considerazione deve essere fatta per la posizione areale delle gallerie e delle pareti residue che sono frutto di un multiplo di profondità di taglio legato alla lunghezza lama (solitamente 3,15-3,40 m), nonché alla presenza di discontinuità subparallele o incidenti a vari angoli la bancata o l'avanzamento di tracciamento sotterraneo. Per motivi di sicurezza è spesso necessario adattare la forma e la posizione della bancata o limite del tracciamento a questi elementi di tipo strutturale. E' altresì evidente come gli avanzamenti successivi e le svolte ad angolo delle gallerie in tracciamento presentano sia tolleranze macchina che tolleranze dovute alla diversa resistenza ed anisotropia del materiale che non consentono mai processi di avanzamento perfettamente rettilinei e tanto meno svolte ad angoli prefissati a tavolino. A questo va aggiunta la problematica di realizzare gli avanzamenti anche in funzione delle discontinuità sia per motivi di sicurezza che di effettiva resa del materiale,



cosicchè si introdurranno delle tolleranze operative non potendo prevedere oggi per allora l'effettivo stato di fratturazione che gli avanzamenti sotterranei incontreranno nel loro sviluppo in aree mai coltivate. Le tolleranze anche in questo caso non producono alcuna variazione rispetto alle volumetrie in quanto potrà verificarsi il caso in cui le lavorazioni generino una volumetria leggermente maggiore in una direzione in avanzamento e casi in cui le volumetrie sono in diminuzione rispetto a quanto previsto. Lo scostamento possibile dato dall'aleatorietà delle lavorazioni, variazione del tutto involontaria rispetto alla posizione assoluta della linea sul disegno, è evidenziato nelle tavole progettuali con un possibile range di scostamento delle gallerie di progetto di 3 m rispetto alla linea del disegno, mantenendone inalterata l'ampiezza. Pertanto nella planimetria è stata indicata una fascia di tolleranza entro la quale lo sviluppo del tracciamento di progetto potrà variare da quello previsto, mantenendone le caratteristiche e nel rispetto delle volumetrie autorizzate.



4.2 – TECNOLOGIE DI ESCAVAZIONE

Dati generali

Nel seguito si riportano tutti i dati generali relativi alla cava in oggetto e precisamente le infrastrutture presenti, i macchinari, le modalità di smaltimento dei rifiuti solidi e liquidi, la gestione e il recupero dei derivati della lavorazione.

Impianti e mezzi meccanici

Le lavorazioni nella cava oggetto della presente relazione tecnica si avvalgono della tecnologia del taglio mediante filo diamantato, delle tagliatrici a catena da piazzale, da galleria e per la riquadratura (terna).

Il filo diamantato viene solitamente utilizzato per l'esecuzione di tagli al monte e per sezionare e distaccare le bancate sui piazzali e per un taglio negli avanzamenti in galleria nonché per la riquadratura dei blocchi informi. La catena si può utilizzare per l'esecuzione dei tagli al monte sia orizzontali che verticali, per gli avanzamenti in galleria e per la riquadratura dei blocchi.

Il distacco delle porzioni di ammasso isolate con i suddetti metodi avviene mediante l'impiego di cuscini idraulici o pneumatici introdotti nel taglio tra monte e bancata o, quando le condizioni di impiego lo consentono, con martini idraulici.

A supporto dei mezzi da taglio a filo diamantato si utilizzano una serie di perforatrici elettro-oleodinamiche che permettono l'esecuzione di fori complanari, e tra loro ortogonali, necessari al successivo passaggio del filo. Tutte le operazioni di abbattimento descritte saranno assistite e seguite da macchine per la movimentazione, rappresentate essenzialmente da pale gommate ed escavatori cingolati dotati di benna atta alla movimentazione del detrito e/o provvista di martello oleodinamico per la demolizione.

Tali mezzi vengono utilizzati per la preparazione delle rampe di accesso, per l'allestimento dei piazzali di lavoro, la movimentazione del detrito e delle macchine da taglio nonché per il caricamento dei blocchi estratti sui mezzi di trasporto. In sintesi gli impianti ed i mezzi meccanici utilizzabili nel progetto risultano:



- N° 2 macchinette a filo diamantato
- N° 1 tagliatrice a catena galleria
- N° 2 tagliatrici a catena montate su terna
- N° 1 pale gommate Cat
- N° 1 escavatore cingolato
- N° 1 martellone perforatore montato su escavatore cingolato
- N° 1 bobcat caterpillar 226D
- N° 1 motocompressore
- N° 1 sollevatori elettrici Haulotte compact
- N° 1 aspiratore Euroimpianti per macchina da galleria

Diversi martelli pneumatici

Oltre ad utensili minuti vari e macchinari da officina per riparazioni di primo intervento.

Unità lavorative

Al momento sono impiegati 3 addetti che potranno essere adeguati in termini di numero e professionalità secondo le esigenze dell'attuale e futuro livello produttivo.

Strutture e servizi

Edifici aziendali

La società utilizza l'area impianti della limitrofa cava Torrione n° 55, sempre esercita dalla società medesima, e che è sufficientemente ampia per contenere anche deposito rifiuti della cava 54 e compiere le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria dei mezzi. Infatti, dati gli spazi ridotti a disposizione e che l'area impianti della cava Torrione n° 55 è proprio limitrofa e sufficientemente ampia si è ritenuto superfluo realizzare altre aree impermeabilizzate.

L'area impianti della cava Torrione è conforme alla normativa vigente insiste su aree completamente impermeabilizzate (soletta in cemento) con sistema di recupero e rilancio a riutilizzo di tutte le acque che vi insistono (non solo AMPP) con preventivo passaggio da diseoleatore. Nell'area vi sono anche le docce e i servizi igienici per il quale è in essere un contratto con ditta esterna che provvede anche allo smaltimento del rifiuto nel tempo via via accumulato. In cava vi è unicamente un piccolo deposito di attrezzature (minuterie varie necessarie alle lavorazioni) e la mensa/spogliatoio.



Energia elettrica

La cava è collegata alla rete di distribuzione ENEL mediante una cabina di trasformazione MT/BT ampiamente sufficiente alle necessità di cava (vedasi carta delle infrastrutture). Da tale cabina la corrente viene trasferita ai quadri elettrici presenti in prossimità dei cantieri cui vengono di volta in volta collegate le macchine da taglio o da perforazione nonché tutte le apparecchiature per la ventilazione e per l'illuminazione.

Tutte le centraline elettriche e le derivazioni sono a norma con la legge vigente sulla salute e sicurezza dei luoghi di lavoro.

Approvvigionamento idrico

La ditta possiede diversi serbatoi d'acqua di idonea capacità che com'è ovvio, oltre che permettere una regolare utilizzazione, fungono da riserva nel caso in cui si dovessero avere picchi nei consumi. Nell'ottica di una maggiore attenzione verso i problemi della inquinazione e dell'economia delle risorse idriche le lavorazioni sono state impostate sul concetto del riciclo delle acque, per le modalità di riciclo si rimanda all'aggiornamento del Piano di Gestione AMD allegato alla presente istanza. La Società ha apposita concessione al prelievo della sorgente delle Canale per la quale è previsto anche l'utilizzo per la cava Torrione n° 55.

Servizi igienici

Come detto nell'area impianti della limitrofa cava "Torrione" n° 55 esercita dalla medesima società vi sono le docce e i servizi igienici per il quale è in essere un contratto con ditta esterna che provvede anche allo smaltimento del rifiuto nel tempo via via accumulato.

Ricambi e mezzi meccanici

Le parti di ricambio sono alloggiare all'interno dei magazzini adibiti a deposito materiali e/o attrezzature. La sostituzione di parti per manutenzione, sarà effettuata solitamente tramite società esterna autorizzata, che recupera anche, a propria cura, le parti sostituite.

I pneumatici vengono forniti e montati da società esterna incaricata, che recupera o smaltisce a propria cura a norma di legge, quelli oggetto di sostituzione. La stima del quantitativo di



materiali di ricambio (filtri vari, ecc.) esausti prodotti è di difficile quantificazione (fino ad oggi viene fatta direttamente dalle ditte di manutenzione incaricate contrattualmente) ed a grandi linee si può stimare in alcune decine di Kg annui seppur non direttamente prodotte e smaltite dalla società esercente.

I materiali di questo tipo che eventualmente dovessero essere prodotti sono tenuti in stoccaggio temporaneo presso il cantiere in coltivazione nell'area servizi in locale coperto in "ammassi temporanei" distinti, divisi per tipologia di rifiuto, con proprio codice CER e conferiti a norma di legge per lo smaltimento o recupero.

Infrastrutture di collegamento

La cava, trova accesso diretto dalla viabilità comunale e non è necessario apportare modifiche ad essa per tutta la durata del presente piano di lavoro.

Carburanti

Nella limitrofa area impianti della Cava "Torrione" n° 55 è posizionato un Diesel Tank per il contenimento di gasolio della capacità di lt. 4.580 per il quale è stata predisposta apposita SCIA per l'ottenimento del Certificato di Protezione Incendi secondo quanto previsto dal D.M. 151/2011. Il serbatoio è dunque comune alle due cava.

A fini della verifica dei Vigili del Fuoco per il rilascio del CPI i Diesel Tank devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- devono essere omologati;
- devono avere il certificato di collaudo;
- devono essere in possesso del manuale di uso e manutenzione;
- devono avere la targa di identificazione, punzonata in posizione visibile, riportante:
 - † nome e l'indirizzo del costruttore
 - † anno di costruzione
 - † capacità geometrica
 - † spessore del materiale
 - † il numero del collaudo del contenitore tipologia di carburante
- devono avere il dispositivo di limitazione del carico al 90%
- devono avere il tubo di equilibrio con sfiato a tetto
- devono avere tettoia di protezione dagli agenti atmosferici (nel caso sono container omologati)



- devono avere bacino di contenimento di capacità non inferiore alla metà del serbatoio
- non devono essere posizionati nelle vicinanze di fonti di accensione;
- devono avere il collegamento di messa a terra
- il contenitore deve essere posizionato in un'area avente ampiezza non minore di 3m per lato
- devono essere presenti tre estintori portatili a polvere aventi carica minima pari a 6Kg e capacità estinguente non inferiore a 39A 144B-C.

Sulla base dei dati degli anni passati si può affermare come per la cava in esame si possa avere complessivamente un consumo energetico di circa 30.000/35.000 litri di gasolio/annuo.

Rifiuti

In generale il raggruppamento dei rifiuti pericolosi e non avviene per tipologie omogenee distinte, con propri depositi temporanei, “controllati”, separati così come previsto dalla vigente normativa e nel rispetto delle relative norme tecniche, afferenti alla stessa tipologia. I rifiuti pericolosi anche se divisi nelle diverse categorie non sono miscelati con i rifiuti non pericolosi, in ottemperanza al relativo divieto di legge. Ciascun rifiuto viene raccolto per tipologia ed avviato periodicamente ai luoghi autorizzati, ove avvengono le operazioni di recupero o di smaltimento, a mezzo di soggetti regolarmente autorizzati. La frequenza di dette operazioni di trasferimento è:

- a) per i rifiuti pericolosi almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito, oppure in alternativa, quando il quantitativo di rifiuti pericolosi in deposito raggiunge i 10 mc, mentre potrà essere di un anno se il quantitativo di rifiuti pericolosi in deposito non supera i 10 mc;
- b) per i rifiuti non pericolosi almeno semestrale, indipendentemente dalla quantità in deposito, oppure, in alternativa, quando il quantitativo dei rifiuti non pericolosi in deposito raggiunge i 20 mc, mentre potrà essere di un anno se il quantitativo di rifiuti non pericolosi in deposito non supera i 20 mc.

Dai dati MUD degli ultimi 3 anni si evince che la Società Apuana Marmi s.r.l., ha prodotto e smaltito i seguenti codici di rifiuti così individuati a seguito di caratterizzazione:



- CER 010413
- CER 150110
- CER 150111
- CER 150202
- CER 170405
- CER 150110
- CER 200304
- CER 070213
- CER 130208

Oli e lubrificanti

Non è semplice stimare in percentuale gli oli esausti generalmente prodotti rispetto a quelli lubrificanti acquistati in quanto i mezzi e le attrezzature consumano olio lubrificante in modo più o meno variabile e rilevante a seconda del tipo, dello stato d'uso e delle condizioni esterne. Tanto è vero che facendo una statistica sull'attività di escavazione in generale le percentuali, incostanti, di olio esausto prodotto in generale si può arrivare anche al 60-70% degli oli acquistati. La presunzione circa i quantitativi deriva dall'osservazione eseguita in altre attività similari per quantitativo di mezzi presenti in occasione di presentazione MUD annuale. Il consumo dipende dal mezzo singolo e non necessariamente direttamente dalle volumetrie produttive in quanto i cambi d'olio sono comunque periodici ed in genere affidati contrattualmente ad apposita società di manutenzione, indipendentemente dalla volumetria utile, quanto meno sino a che queste non richiedano l'utilizzo di maggiori o diversi mezzi. Per la cava in oggetto sia l'acquisto che il recupero degli oli esausti viene affidato contrattualmente a società di manutenzione che recuperano direttamente i rifiuti da loro prodotti. Comunque per qualsiasi bisogno, nel caso si producesse la cava sarà dotata di apposito contenitore chiuso tenuto al coperto, con propria vasca di contenimento per il magazzinaggio degli olii lubrificanti esausti posizionato all'interno dell'area servizi. Tale contenitore è di tipo mobile, facilmente trasportabile e non prevede una postazione fissa, in esso staziona protetto, coperto dalle intemperie e accuratamente isolato dal terreno, come



previsto dalle norme, il serbatoio di stoccaggio temporaneo degli oli esausti sarà inferiore ai 500 kg. Il resto è dunque tutto stato ritirato dalle ditte che hanno in appalto la manutenzione ordinaria e straordinaria dei mezzi meccanici.

Come è ampiamente descritto anche nel piano di gestione delle AMD (allegato alla presente documentazione), si indicano di seguito i provvedimenti complementari in atto per contenere eventuali inquinamenti accidentali connessi allo svolgimento delle attività produttive svolte all'interno della cava:

1. Intensificazione della frequenza dei controlli e manutenzione dei macchinari, al fine di eliminare o quantomeno ridurre al massimo perdite di sostanze oleose provenienti da macchinari quali: mezzi meccanici, centraline per attrezzature e macchinari che impiegano olio idraulico (già in atto).
2. Dotazione di materiali oleoassorbenti (già in atto).

Lo sversamento accidentale di olio o carburante all'interno dell'area di cava rappresenta infatti l'unico incidente possibile e può avvenire solo nel caso di rottura grave ed imprevista del mezzo meccanico o parti di esso. Sui mezzi in possesso della ditta viene effettuata la prevista manutenzione periodica al fine di prevenire qualsiasi tipo di rottura accidentale. Nel caso di rottura accidentale sarà immediatamente ricoperta l'area in cui è avvenuto lo sversamento con prodotti oleoassorbenti che vengono detenuti presso la cava a tale scopo così da evitare l'infiltrazione dello stesso od il suo trasporto solido. Non appena assorbito il materiale così imbevuto di olio sarà asportato, stoccato in big bag e conferito a ditta esterna per lo smaltimento con procedure secondo normativa.

Rottami ferrosi

I rottami ferrosi (cuscini, attrezzature varie danneggiate, chiodi, fioretti, ecc.), possono essere stimati in quantitativi compresi tra i 100 ed i 500 Kg annui. Anche questi materiali sono conferiti per l'avvio a riutilizzo.



4.3 – VOLUMETRIE DI ESCAVAZIONE

Le lavorazioni previste dal presente progetto prevedono un'escavazione complessiva di ca. 32.750 mc di materiale roccioso in banco nei 7 anni di autorizzazione previsti. Al 31/12/2024 sono state escavate 886,7 mc di volumetrie sostenibili pari a ca. il 2% delle volumetrie sostenibili assegnate alla cava 50.000 mc. Considerando una resa stimabile minima del 25%, così come emerso dallo studio geostrutturale di dettaglio del Comune di Carrara, ed una volumetria totale sostenibile di ca. **32.750 mc**, si prevede di escavare complessivamente almeno 8.187 mc (1.170 mc/anno) utili di marmo in forma di blocchi di varia geometria (blocchi, semiblocchi, informi), considerando un peso di volume pari a 2,7 t/mc.

Il materiale classificabile come detrito derivato dalle operazioni di taglio è invece quantificabile in non più del 75% delle volumetrie sostenibili cui corrispondono ca. 24.562 mc (ca. 3.500 mc/anno). Circa 1.500 mc in mucchio dei derivati da taglio delle volumetrie sostenibili rimarranno in cava per i necessari interventi di ripristino ambientale e per i quali si rimanda alla relazione sul ripristino ambientale.

Volumetrie di scavo e quantificazione produzione sostenibile materiali ornamentali e derivati di taglio								
	Totale scavo [mc]	Operazioni messa in sicurezza [mc]	Volumi produzione sostenibile [mc]	Resa	Produzione materiale ornamentale [mc]	Derivati taglio da produzione sostenibile [mc]	Peso di volume [t/mc]	Durata [anni]
Fase intermedia	15.000	--	15.000	25%	3.750	11.250	2,7	3
Fase finale	17.750	--	17.750	25%	4.437	13.312	2,7	4
Totale	32.750	--	32.750	25%	8.187	24.562	2,7	7

***dei 24.562 mc derivati da produzione sostenibile, ca. 1.500 mc in mucchio rimarranno in posto per le opere di ripristino ambientale**

Volumetrie materiale detritico escluse da computo resa				
	Volumi detriti escavati da operazioni di messa in sicurezza [mc]	Volumi detrito presente in cava rimosso per messa in sicurezza ravaneto PMGE [mc in mucchio]	Totale derivati da taglio esclusi computo resa e volumetrie sostenibili [mc in mucchio]	Peso di volume [t/mc]
Totale	--	--	--	2,0

Determinazione resa percentuale

COMMITTENTE: Società Apuana Marmi s.r.l.
OGGETTO: Progetto di coltivazione - Variante al piano di coltivazione della cava Nocciola n° 54
DATA: Gennaio 2026



La resa del 25% fissata nello studio geologico strutturale redatto dal Dott. Geol. Alessandro Cortopassi appare plausibile in relazione allo stato di fratturazione visibile dall'esame delle aree di scavo di progetto. Si osserva come la spaziatura media delle principali discontinuità incontrate sia di ca. 1.2-1.5 m, valore che appare congruente con quanto si esamina nella esistente cava. Impostando le coltivazioni e le lavorazioni in funzione della fratturazione presente è possibile isolare un blocco roccioso senza la necessità di effettuare alcuni tagli. Si riporta un esempio esplicativo di seguito. Questa spaziatura combinata con le altre informazioni consente di analizzare la possibile dimensione media dei blocchi secondo le relazioni proposte da Barton.

L'indice volumetrico J_v è definito come segue:

$$J_v = 1/S_1 + 1/S_2 + 1/S_3 + \dots + 1/S_i$$

con i il numero di set di discontinuità (vedasi figura seguente per 3 set).

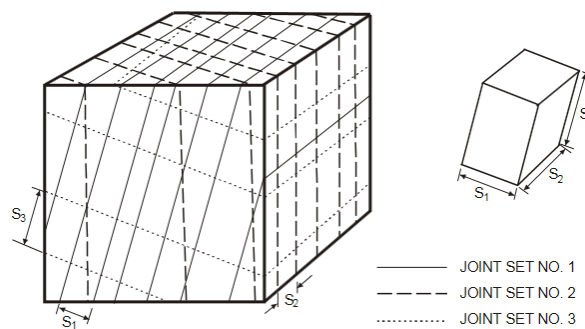


Fig. 1 BLOCK DIAGRAM CONTAINING 3 JOINT SETS

Tra RQD e J_v sono altresì stabilite le seguenti correlazioni:

$$RQD = 115 - 3.3 (J_v) \quad (RQD = 100 \text{ per } J_v < 4.5)$$

$$J_v = 35 - RQD/3.3 \quad (RQD = 0 \text{ for } J_v > 35)$$

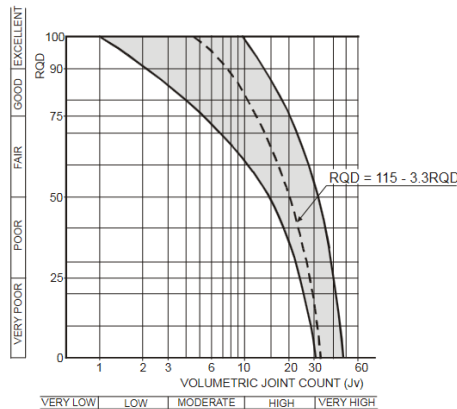


Fig. 3 CONNECTION BETWEEN RQD AND (Jv)

Se si hanno a disposizione dati da fori e/o carotaggi il passaggio dal dato unidimensionale a quello tridimensionale è ottenuto utilizzando un fattore moltiplicativo $K = 1.65 - 3.0$ per giunti equamente spaziat i nei set, mentre $K = 2.0$ è stato osservato idoneo nel caso di una distribuzione normale.

Il seguente diagramma consente di ottenere una valutazione speditiva del volume medio atteso per i blocchi.

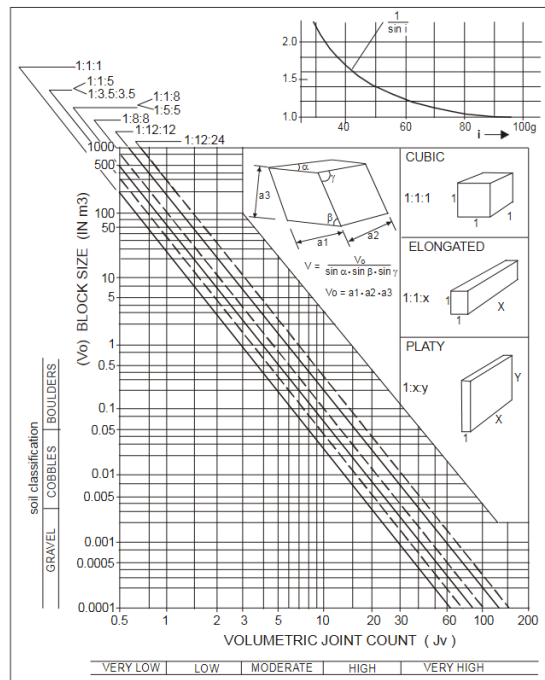


Fig. 4 CONNECTION BETWEEN BLOCK SIZE AND (Jv)



Nel caso specifico mediando tra i dati ottenuti dalle lavorazioni attuali si può stimare il volume medio del blocco compreso intorno al range 1-3 mc. Questo è un valore medio e pertanto la dimensione dei blocchi si distribuisce intorno a questa media secondo le usuali leggi statistiche con cui sono distribuite le discontinuità di cava.

Appare quindi ragionevole ipotizzare come la percentuale di blocchi con dimensione volumetrica superiore ai 4 mc (10 t), dimensione indicativa per considerare accettabile un blocco dimensionale, sia effettivamente pari almeno al 25%.

Area di gestione dei derivati di taglio

L'area di gestione dei materiali da taglio sarà posizionata davanti all'ingresso del sotterraneo nell'area in cui sarà realizzato il volume tecnico necessario all'ampliamento del piazzale. I detriti verranno dunque gestiti all'interno di tale area realizzata come detto su materiale detritico. Tutto il bastione di contenimento verrà contornato da un dosso in cemento così che le acque che filtrano dal riempimento non ruscelleranno sulle bancate sottostanti ma saranno incanalate (attraverso la pendenza naturale della piazza sulla quale sarà realizzato il riempimento) verso la vasca di calma e decantazione. La vasca sarà realizzata ad W della piazzuola (ma in funzione delle pendenze potrà essere in fase realizzativa anche eseguita ad E) o mediante scavo di tassello in roccia opportunamente impermeabilizzato o mediante posizionamento di vasca metallica ancorata a sbalzo dalla bancata. Da tale vasca (che raccoglie acque meteoriche superficiali che devono solo essere decantate dai materiali più fini) le acque potranno successivamente defluire verso i piazzali sottostanti dopo ulteriore passaggio in seconda vasca per ulteriore decantazione.

4.4 – VOLUMI DI ASPORTAZIONE DETRITO DA RAVANETI

Il presente progetto non prevede asportazione da ravaneti



4.5 - ASPETTI DI IGIENE E SICUREZZA SUL LAVORO

La cava è attiva da diversi anni e quindi nel tempo, successivamente all'entrata in vigore del D.Lgs. 624/96, così come recepita dal D.Lgs. 81/08, la ditta ha depositato il DSS presso la locale ASL. Tale documento, conforme alla suddetta normativa, è stato redatto secondo il seguente schema che non necessita di aggiornamento in relazione alla presente variante.

1. notizie di carattere generale;
2. criteri per l'individuazione e valutazione dei rischi;
3. indicazione dei rischi valutati;
4. individuazione e attuazione delle misure di prevenzione e protezione
5. programma per il miglioramento nel tempo del livello di sicurezza;
6. attività di formazione e informazione;

ELEMENTI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHI CONTENUTI NEL D.S.S. (Art. 10, comma 1 - D.to l.vo 25 Novembre 1996, n° 624)

ELEMENTO	Presenza rischio		COMMENTO
	SI	NO	
a)- Protezione contro gli incendi			Vedi Schede valutazione del Rischio
le esplosioni			Vedi Schede valutazione del Rischio
le atmosfere esplosive			
le atmosfere nocive			Vedi Schede Valutazione del Rischio
b)- Mezzi di Evacuazione e Salvataggio			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
c)- Sistemi di comunicazione, avvertimento allarme			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
d)- Sorveglianza sanitaria			Vedi Schede Valutazione del Rischio
e)- Programma per l'ispezione sistematica, la manutenzione e la prova di attrezzature, della strumentazione e degli impianti meccanici, elettrici ed elettromeccanici			Vedi Programma Ispezione, Prova e Manutenzione
f)- Manutenzione del Materiale di Sicurezza			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
g)- Utilizzazione e manutenzione dei recipienti a pressione			Vedi Schede Uso e Manutenzione
h)- Uso e manutenzione dei mezzi di trasporto			Vedi Schede Uso e Manutenzione
i)- Esercitazioni di Sicurezza			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
l)- Aree di deposito			Vedi Schede Valutazione del Rischio
m)- Stabilità dei fronti			Vedi Schede Valutazione del Rischio e Piano di Coltivazione
n)- Armature di sostegno			
o)- Modalità della ventilazione			
p)- Zone a rischio di sprigionamenti istantanei di gas, colpi di massiccio e irruzioni di acqua			
q)- Evacuazione del personale			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione
r)- Organizzazione del servizio di salvataggio			Vedi Piano di Emergenza ed Evacuazione

Ai sensi dell'Art. 10, comma 2 del D.to L.vo 624/96, il D.S.S. contiene inoltre:

Attività di informazione e formazione dei lavoratori			Vedi Scheda Attività di Informazione e Formazione
Consultazione del Rapp. per la Sicurezza dei Lav.			Vedi Schede Consultazione R.S.L.:

COMMITTENTE: Società Apuana Marmi s.r.l.

OGGETTO: Progetto di coltivazione - Variante al piano di coltivazione della cava Nocciola n° 54

DATA: Gennaio 2026



Designazione del Direttore Responsabile

Come già sottolineato la cava è già attiva e pertanto è già stata affidata la direzione dei lavori a tecnico qualificato in ottemperanza ai requisiti richiesti dal DPR 9 Aprile n. 128 e dal decreto legislativo 24 Novembre 1996 n. 624 e successive modifiche ed integrazioni. Nello specifico il Direttore Responsabile dei Lavori è il Dott. Ing. Raimondo Cossu.

4.6 - IMPIANTO DI VENTILAZIONE

Il sotterraneo nella fase attuale possiede un unico ingresso e il problema della ventilazione si sposta quindi sugli avanzamenti delle camere profonde in relazione alle quali si dimensionerà l'impianto di progetto. Prima di arrivare all'estensione massima del sotterraneo però sarà realizzata un'ulteriore uscita che assicurerà un migliore ricambio d'aria, almeno nella parte meno profonda della galleria.

Attualmente, considerato che la reale posizione delle camere sarà definita da ulteriori varianti, la galleria sarà per il prossimo futuro in fase di esplorazione e dunque in fase esclusivamente di tracciamento, il progetto dell'impianto si limiterà al dimensionamento per uno sviluppo lineare dell'impianto valutando poi nel proseguo, in funzione di posizionamento di camere, pilastri, il dimensionamento dell'impianto definitivo nel caso che dovesse esserne previsto un potenziamento.

L'approccio sarà pertanto quello della realizzazione di una tubazione e ventilatore di tipo centrifugo indipendente che porti aria fresca al cantiere in avanzamento.

Le caratteristiche delle lavorazioni del cantiere in oggetto sono: assenza di uso di esplosivi, assenza di necessità di smaltimento di calore, utilizzo di macchine elettriche o elettroidrauliche, presenza di una squadra di lavoro composta al massimo da quattro persone, utilizzo intermittente per operazioni specifiche di macchine a combustione interna (pala gommata per movimentazione blocchi estratti o spostamento di altri macchinari e più raramente escavatore cingolato) e un blandissimo processo di ossidazione del materiale escavato.



In base a quanto scritto sopra si è proceduto al calcolo della quantità d'aria necessaria come di seguito indicato.

Per l'anidride carbonica emessa dalla respirazione umana sono necessari normalmente dai 3 ai 6 Nmc/min di aria in relazione alla corporatura ed alle condizioni di lavoro. Nella fattispecie trattandosi di condizioni ambientali e lavorative non gravose e dell'effettiva non contemporanea presenza delle persone per tutto il tempo lavorativo si sono stabiliti per il calcolo 4 Nmc/min di aria fresca.

Per la diluizione dei gas di scarico delle macchine diesel presenti in sotterraneo si sono adottate, in assenza di precise recenti disposizioni italiane, le prescrizioni tedesche che impongono, in particolare, che per ogni persona occupata si debba prevedere un volume di aria fresca di 2 mc/min, e per ogni KW-diesel, di 4 mc/min.

Confrontando le prescrizioni tedesche con quelle di altri paesi si nota che:

- le disposizioni austriache e quelle francesi impongono già da tempo un quantitativo di aria fresca di 3 mc/min HP equivalenti a 4 mc/min kW;
- le assicurazioni svizzere SUVA richiedevano in origine un quantitativo di 5.3 mc/min kW successivamente ridotto a 4 mc/min kW;
- nei paesi scandinavi, in Gran Bretagna e negli USA vengono richiesti, 3.3 mc/min kW.

Come da indicazione contenuta nell'articolo 40 paragrafo 3 del VBG 37 (normativa tedesca) si è tenuto conto di tutte le apparecchiature funzionanti contemporaneamente nei diversi punti, per calcolare il fabbisogno di aria fresca.

Ai fini del calcolo si considererà l'impiego costante nel cantiere profondo di quattro addetti alla lavorazione (4 mc/min) e di una pala gommata, più precisamente una pala gommata modello tipo Cat 988G da 397 KW in quanto nel cantiere, date le ridotte dimensioni del tracciamento, non potrà mai operare più di un mezzo, ovvero quando opera l'escavatore la pala sarà ferma mancando effettivamente lo spazio operativo e non essendovi nel ciclo di lavoro operazioni per cui pala e escavatore debbano lavorare congiuntamente.

Nei calcoli è stata presa in considerazione l'ipotesi più gravosa, e cioè si è proceduto



supponendo che la pala gommata lavori alla potenza massima per un terzo del tempo lavorativo (o alternativamente che lavori tutto il tempo ad un potenza media pari ad un terzo di quella massima).

La potenza si è così cautelativamente ridotta in quanto non si è comunque considerata la riduzione delle emissioni per la presenza di dispositivi catalitici di abbattimento che comunque saranno installati sulle macchine e perché, in realtà, la pala opererà solo per lo sfornellamento degli avanzamenti o per movimentazioni e comunque raramente opererà a piena potenza.

Si ritiene pertanto necessario apportare un volume di aria fresca di progetto pari in cifra tonda a 600 mc/min, quantità piuttosto cautelativa nelle ipotesi di cui sopra.

La sviluppo lineare della tubazione, come detto è stato dimensionato in prima istanza per uno sviluppo massimo di 140 m pari a quello previsto nella prima fase di lavoro.

Allo stato attuale lo sviluppo della galleria è di 18 m ca. e al ritmo di 2/3 avanzamenti al mese si prevede che si possa lavorare ancora per ca. 48 mesi in solo tracciamento.

L'aria verrà introdotta pertanto mediante canalizzazioni flessibili in tessuto poliestere spalmato in PVC.

Dovrà pertanto essere determinato, in relazione al diametro della tubazione, alla lunghezza della stessa e quindi alle perdite di carico, quale tipo di ventilatore utilizzare per fornire il ricambio d'aria citato.

La perdita di carico è dovuta all'attrito nei tubi. Per definire tale perdita la formula più usata è la *formula di Fanning*:

$$\Delta H = f \frac{v^2}{2g} \frac{L}{D} = iL$$

dove L è la lunghezza, in metri, del tubo, D il suo diametro interno in metri, ed f il coefficiente d'attrito, funzione del numero di Reynolds (Re) ed i è la cadente piezometrica.



Il coefficiente d'attrito può venir diagrammato (in scala bilogarithmica) in funzione del numero di Reynolds e parametrizzato rispetto la rugosità.

Per calcolare il *coefficiente d'attrito* (adimensionale) vi sono varie formule.

Nel caso di flusso laminare e cioè con $Re < 2100$ esiste la *formula di Pouiseuille*:

$$f = \frac{64}{Re}$$

mentre in caso di flusso turbolento e cioè con $Re > 4000$ si utilizza la formula di *Colebrook*

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{R}{3.71D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

in cui R è la rugosità del tubo e D il diametro dello stesso.

Oppure, nel caso di perdite di carico in tratti diretti, può essere calcolata con la formula di Darcy che prende in considerazione la lunghezza del condotto, il cosiddetto diametro idraulico, la velocità e la densità dell'area e il coefficiente di attrito che, a sua volta, dipende dal numero di Reynolds, dalla rugosità delle pareti, dalle dimensioni e dalla disposizione della stessa. Calcolare la perdita di carico con queste formule è piuttosto complesso e, nell'insieme, porta solo a risultati approssimativi, dato che sia la viscosità, sia la densità che la rugosità possono variare tra margini molto ampi.

Per questo motivo nella pratica si ricorre all'uso di specifici diagrammi che tengono conto di, sezioni standard dei condotti e della rugosità dei materiali di uso comune quale quello riportato nel seguito ed estratto dal sito della Caleffi (Hydronic Solutions) per condotti rugosi posti ad altezza di 0 e 1000 m s.l.m., utilizzati per mediare fra i due.

Sulla base del valore della portata minima di progetto di 10 mc/s (600 mc/min pari a 36.000 mc/h) si determina come nel caso di una tubazione avente un diametro di 1000 mm, si abbiano perdite di carico pari a 0.20 mm ca. ogni metro lineare di sviluppo della stessa. Pertanto considerando per il momento, come detto sopra, uno sviluppo di 140 m lineari si avranno perdite di carico pari a $H_a = 28.0 \text{ kgf/mq}$ (ca. 280 Pa).



A queste si debbono aggiungere le perdite localizzate in caso di curve, intersezioni riduzioni e collegamenti al ventilatore, ecc.

Volendo tenere anche conto di un invecchiamento del tubo e del materiale si può ritenere che le perdite complessive possano essere contenute in 800/100 kgf/mq.

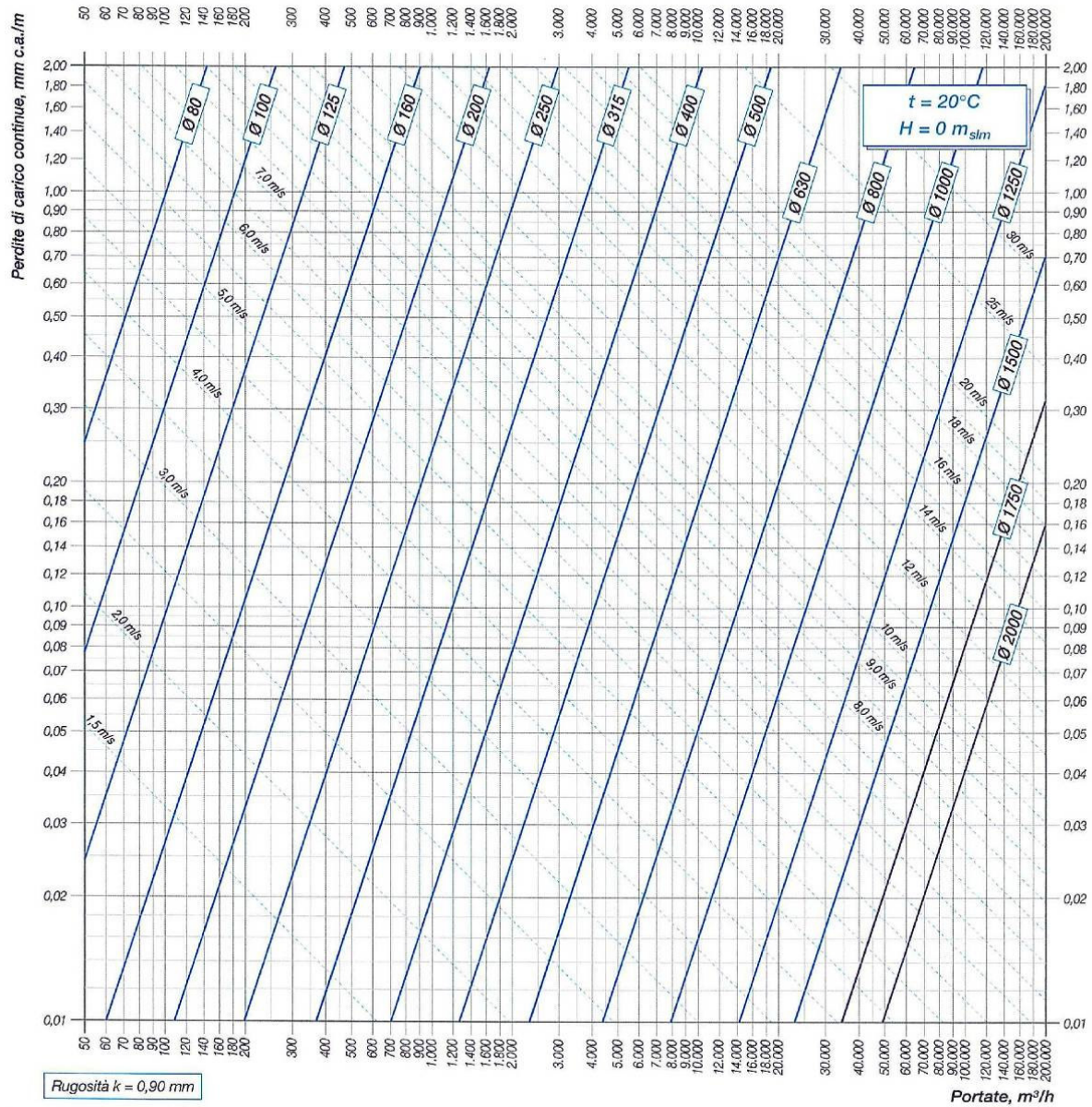
Questi due parametri possono essere utilizzati per interpolare le curve caratteristiche di ventilatori di tipo centrifugo, scelti per la maggior silenziosità, il miglior rendimento e la curva più uniforme.

A titolo di esempio si sono analizzate le curve della Stiavelli Irio s.r.l. da cui si individua quale apparecchio di riferimento il ventilatore centrifugo tipo YVR 902 4N4A di 37 KW di potenza (o comunque una macchina ed essa equivalente) che per portate di 630 mc/min sopporta delle perdite di carico fino 235 kgf/mq e quindi comprese tra il doppio ed il triplo di quelle minime necessarie nelle ipotesi di progetto (vedasi tabella successiva).

In ogni caso il motore è in grado di coprire eventuali percorsi più articolati. Il motore tipo individuato sopra consente dunque di tenere conto di implementazioni eventuali quali un maggiore volume di aria necessario per la presenza di più uomini o mezzi contemporaneamente, o uno maggiore sviluppo lineare nel caso di realizzazione contemporanea di più tracciamenti necessari nelle fasi successive ed avere margine in tal senso.



Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI “RUGOSI” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 0 \text{ m}_{slm}$



60-1

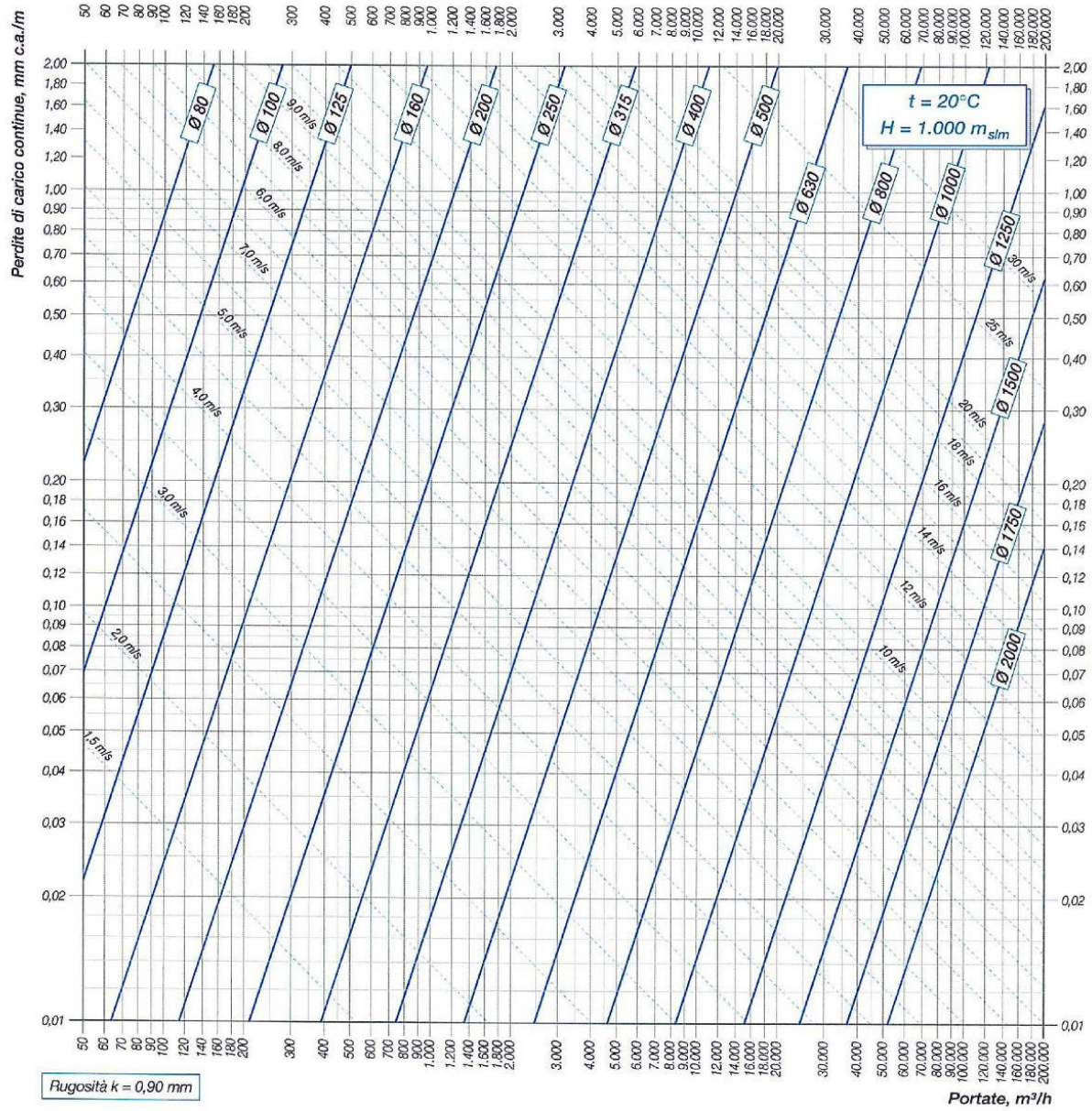


60-1

COMMITTENTE: Società Apuana Marmi s.r.l.
OGGETTO: Progetto di coltivazione - Variante al piano di coltivazione della cava Nocciola n° 54
DATA: Gennaio 2026



Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI “RUGOSI” – $t = 20^{\circ}\text{C}$, $H = 1.000 \text{ m}_{slm}$



60-3

CALEFFI

60-3

COMMITTENTE: Società Apuana Marmi s.r.l.
OGGETTO: Progetto di coltivazione - Variante al piano di coltivazione della cava Nocciola n° 54
DATA: Gennaio 2026



4.7 - VIABILITÀ DI ACCESSO AL SITO ESTRATTIVO E DI ARROCCO INTERNA ALLA CAVA

La cava è collegata alla strada comunale mediante una strada di arroccamento in parte asfaltata ed in parte a fondo sterrato. Dal termine della strada asfaltata si dirama una rampa interna all'area in disponibilità che conduce alla bancata in lavorazione in cui è stato recentemente aperto il sotterraneo di progetto. Tanto la strada a fondo asfaltato che la strada a fondo sterrato è percorsa esclusivamente da mezzi utilizzati per il trasporto delle persone (fuoristrada 4x4) e/o tutti gli altri mezzi utilizzati per il trasporto di materiali (blocchi e detrito) da parte di ditte esterne. La cava è posta in posizione sommitale per cui pale, escavatori viaggiano esclusivamente all'interno dell'area di cava e percorrono esclusivamente rampe interne di cantiere che si sviluppano tra la bancata dell'ingresso al sotterraneo e la bancata immediatamente sottostante nella fase di realizzazione del volume tecnico necessario ad allargare la piazza di manovra e accesso al sotterraneo.

La via di arroccamento è percorsa da Pale ed escavatori solo in casi eccezionali e/o per opere di manutenzione della viabilità interna di cava. Eccezionalmente potrà essere utilizzato il Dumper per lo spostamento di blocchi o detrito necessari alla realizzazione dell'area in riempimento antistante l'accesso in sotterraneo. Normalmente il detrito viene spostato con benna della pala dall'area in cui viene prodotto all'area esterna immediatamente antistante l'ingresso del sotterraneo.

A partire dal basso la larghezza della via di arroccamento, sia nelle aree a fondo asfaltato che nelle aree a fondo sterrato è idonea al transito a tutti i mezzi che la percorrono (jeep e mezzi per trasporto blocchi e detriti). In prossimità dei tornanti (sia in ingresso che in uscita) la carreggiata ha sempre una larghezza minima conforme alla larghezza minima di curvatura dei camion, La larghezza della strada risulta inoltre idonea al passaggio delle pale utilizzate per la sua manutenzione ordinaria e straordinaria in quanto la benna della pala, utilizzata per il trasporto del materiale/terreno del fondo, ha una dimensione minore della carreggiata stessa.



La strada permette il passaggio dei mezzi senza che gli stessi debbano affrontare porzioni della stessa in retromarcia e le curve e/o tornanti hanno caratteristiche tali da poter eseguire le eventuali manovre per affrontarli. Il ciglio di tutta la strada di arroccamento a fondo asfaltato è realizzato con cordolo in cemento mentre la strada a fondo sterrato, essendo realizzata su detrito, è caratterizzato dalla presenza di riesta in detrito che ne indica la presenza.

Tutti i mezzi che vi transitano possono operare in sicurezza secondo quanto previsto nei rispettivi libretti di uso e manutenzione.

Tale strada di arroccamento è oggetto periodico di manutenzione ordinaria e straordinaria da parte di tutte le ditte utilizzatrici della strada.

Carrara, Gennaio 2026

Il Tecnico
Dott. Ing. Massimo Gardenato