

## GRUPPO FINANCO

Società per Azioni Unipersonale

Sede legale: Via della Vittorina, 60 - 06024 Gubbio (PG) - Capitale Sociale: € 100.000.000 interamente versato  
Cod. Fisc. e Part. IVA - Iscriz. Reg. Imprese del Tribunale di Perugia al n.01157050541 REA n.126367 C.C.I.A.A.

# **PROGETTO DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE** finalizzato al rinnovo della concessione mineraria di marna da cemento di BEGLIANO - Rassina **ISTANZA DI RINNOVO VINCOLO IDROGEOLOGICO**

*Comune di Castel Focognano ( AR )*

## D01 - Relazione tecnica



### GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Direttore Tecnico - Responsabile del progetto:  
geol. MASSIMILIANO ROSSI

geol. FABIO POGGI  
ing. GREGORIO BARTOLUCCI  
ing. DAVIDE GIOVANNUZZI

geol. GABRIELE MENCHETTI  
geol. LUCA BERLINGOZZI  
geol. LAURA GALMACCI  
ing. MIRKO FRASCONI

Consulenti specialistici:  
for. LEONARDO NOCENTINI



**ProGeo Engineering S.r.l.**

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 - Arezzo  
tel. 0575 324114 - fax. 0575 406473 - email: info@progeo.arezzo.it

# D01 V.I.

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1	STRUTTURA DEL DOCUMENTO .....	4
1.2	SCHEDA INFORMATIVA di sintesi .....	4
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO RELATIVA AI DUE CANTIERI DELLA MINIERA (cantiere A - progetto di coltivazione Concessione 1999 e cantiere B - progetto di coltivazione Concessione 2009) .....</b>	<b>6</b>
2.1	INQUADRAMENTO GENERALE .....	6
2.2	STATO DI ATTUAZIONE DEI PROGETTI IN SCADENZA.....	7
2.3	NUOVO PROGETTO DI COLTIVAZIONE.....	12
<b>3</b>	<b>PIANO DI COLTIVAZIONE .....</b>	<b>16</b>
3.1	METODO DI COLTIVAZIONE .....	16
3.2	GEOMETRIA DEL GRADONE .....	19
3.3	STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO .....	20
3.4	TEMPISTICHE E VOLUMI .....	22
3.5	FASI DI COLTIVAZIONE E RECUPERO .....	23
<b>4</b>	<b>REGIMAZIONE DELLE ACQUE .....</b>	<b>33</b>
4.1	INTRODUZIONE .....	33
4.2	CANTIERE A: CALCOLO DELLA PORTATA .....	34
4.3	CANTIERE A: DIMENSIONAMENTO CANALETTE E BACINI DI SEDIMENTAZIONE.....	36
4.4	CANTIERE A: OPERE PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE PRESENTI.....	38
4.5	CANTIERE A: REGIMAZIONE NELLE OPERAZIONI DI SCAVO .....	39
4.6	CANTIERE B: CALCOLO DELLA PORTATA.....	39
<b>5</b>	<b>OPERATIVITÀ .....</b>	<b>45</b>
5.1	MESSA IN OPERA DI RECINZIONE .....	45
5.2	VIABILITÀ .....	45
5.3	PREPARAZIONE DEL FRONTE DI SCAVO .....	45
5.4	ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO .....	45
5.5	CICLO PRODUTTIVO .....	47
5.6	VIABILITÀ .....	49
<b>6</b>	<b>CENNI AL PROGETTO DI RECUPERO .....</b>	<b>51</b>



6.1	RISISTEMAZIONE MORFOLOGICA ED IDRAULICA.....	52
6.2	PIANTUMAZIONE, SEMINA, SISTEMAZIONE AGRARIA E RECUPERO PAESAGGISTICO .....	53
6.3	CONTROLLI E DIRADAMENTI.....	56
6.4	CRITERI DI SCELTA DELLE PIANTE.....	56
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>58</b>

## 1 PREMESSA

La società Colacem S.p.A. è intestataria di una Concessione Mineraria di marna da cemento denominata "Begliano – La Mocarina" ad oggi in vigore, per una porzione di territorio in provincia di Arezzo di circa ettari 244,46 di cui Ha 9,62 in Comune di Bibbiena e Ha 234,84 in Comune di Castel Focognano, rilasciata con Decreto n. 6903 del 30 dicembre 2009 del Dirigente del Settore Miniere ed Energia della Regione Toscana per la durata di anni 10 alla società scrivente con scadenza al 5 maggio 2019; il termine temporale della Concessione di ampliamento è stato allineato alla durata della Concessione originaria di cui al Decreto Distrettuale 19 luglio 1999 e pertanto anch'essa con scadenza il 05 Maggio 2019.

Relativamente all'autorizzazione dell'ampliamento, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 173 del 16 marzo 2009, pubblicata sul BURT n. 12 del 25/3/2009, è stata espressa pronuncia positiva di compatibilità ambientale, subordinatamente al rispetto delle prescrizioni e raccomandazioni di cui al verbale della riunione della Conferenza di Servizi del 04/03/2009, con scadenza il 25 marzo 2014.

Con istanza depositata presso il Settore Valutazione impatto ambientale - Opere pubbliche di interesse strategico della Regione Toscana (Settore VIA) in data 07/03/2014 e successivamente perfezionata con istanza depositata il 11/04/2014 (a seguito di specifica richiesta del Settore VIA datata 21/03/2014) la società Colacem S.p.A. ha chiesto la proroga del termine di validità della sopracitata pronuncia di compatibilità per un periodo di anni 5 a far data dal 25/03/2014. Al termine di tale procedimento, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 442 del 3 giugno 2014 viene prorogato, ai sensi dell'art. 58 comma 4 della L.R. 10/2010, il termine di validità della pronuncia di compatibilità ambientale di cui al D.G.R. 173/2009 per un periodo di 5 anni a far data dal 25 marzo 2014 (quindi fino al 25 marzo 2019).

Per tali ragioni, tenuto conto delle scadenze per l'anno corrente delle due Concessioni minerarie, viene presentata, ai sensi dell'art. 33 della L.R. 78/1998, un'unica Istanza di rinnovo della concessione della miniera di "Begliano" a cui conseguirà un unico atto autorizzativo che racchiuda in un solo perimetro sia la Concessione risalente al 1964 sia quella risalente al 2009. Di conseguenza, la documentazione progettuale di supporto all'Istanza riguarderà un unico progetto che "unifica" quelli relativi alle due vecchie concessioni.

Si precisa inoltre a Codesta Spett.le Regione Toscana, che presso le competenti strutture regionali sarà attivata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale per rinnovo del titolo concessorio.



## 1.1 STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Il presente documento è redatto a supporto dell'Istanza di rinnovo della concessione mineraria di marna da cemento di "Begliano" e dell'autorizzazione per il vincolo idrogeologico e costituisce elaborato del progetto di coltivazione contenente:

- descrizione dell'area d'intervento relativa ai due cantieri della miniera (cantiere A - progetto di coltivazione Concessione 1999 e cantiere B - progetto di coltivazione Concessione 2009)
- descrizione delle varie fasi del progetto di coltivazione
- metodi di coltivazione
- tempi e organizzazione delle fasi
- tipologie e quantitativi di materiale da estrarre
- progetto di ripristino

## 1.2 SCHEDA INFORMATIVA di sintesi

Denominazione: progetto di coltivazione e recupero ambientale finalizzato al rinnovo della Concessione Mineraria di "marna da cemento" denominata "Begliano"

Società proponente: COLACEM S.p.A - Via Vittorina, 60 Gubbio (PG)

Ubicazione: miniera di Begliano nel Comune di Castel Focognano (AR)

Oggetto: rinnovo Concessione

Superficie Concessione Mineraria: 244,431Ha

Materiali estratti: marna da cemento

Volumi di scavo previsti: circa 13.490.000 mc

Volumi sterili da lavorazione presumibili: circa 2.297.000 mc

Superficie complessiva: circa 44,4 ha

Durata coltivazione: 20 anni

Area cantiere A: 441982.7529

Area cantiere B:

Vincoli di Legge:

- Idrogeologico R.D. n° 3267 del 30/12/1923 - LR nr. 39 del 21/03/2000
- Aree boscate - paesaggistico Dlgs n°490/99 (ex 1497/39) e Dlgs 42/04
- Elettrodotto 132 kV

Osservanza di Piani di Settore:



– Piano di Zonizzazione Acustica

Osservanza di Piani Urbanistici:

– PTCP di Arezzo art.12 NTA direttive per l'individuazione delle invarianti strutturali

Invarianti Strutturali: terrazzamenti e ciglionamenti

Enti interessati:

- Comune di Castel Focognano
- Provincia di Arezzo
- Comunità Montana del Casentino
- ARPAT
- Regione Toscana (settore V.I.A. - settore Miniere)
- Soprintendenza dei beni culturali ed ambientali

Autorizzazione: Conferenza dei Servizi Regionale:



## 2 DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO RELATIVA AI DUE CANTIERI DELLA MINIERA (cantiere A - progetto di coltivazione Concessione 1999 e cantiere B - progetto di coltivazione Concessione 2009)

### 2.1 INQUADRAMENTO GENERALE

La miniera è situata in prossimità del capoluogo Rassina nel Comune di Castel Focognano nella Provincia di Arezzo (Figura 1). L'area risulta essere facilmente accessibile sia dalla SR71 - Strada Regionale Umbro Casentinese Romagnola sia proveniendo dal comune di Bibbiena che da Rassina (si veda Figura 1).

L'attività della miniera di marna da cemento ha inizio storicamente nel 1923 con la lavorazione in sotterraneo; da allora, la miniera ha regolarmente fornito fino ad oggi la risorsa necessaria per la produzione del cemento.

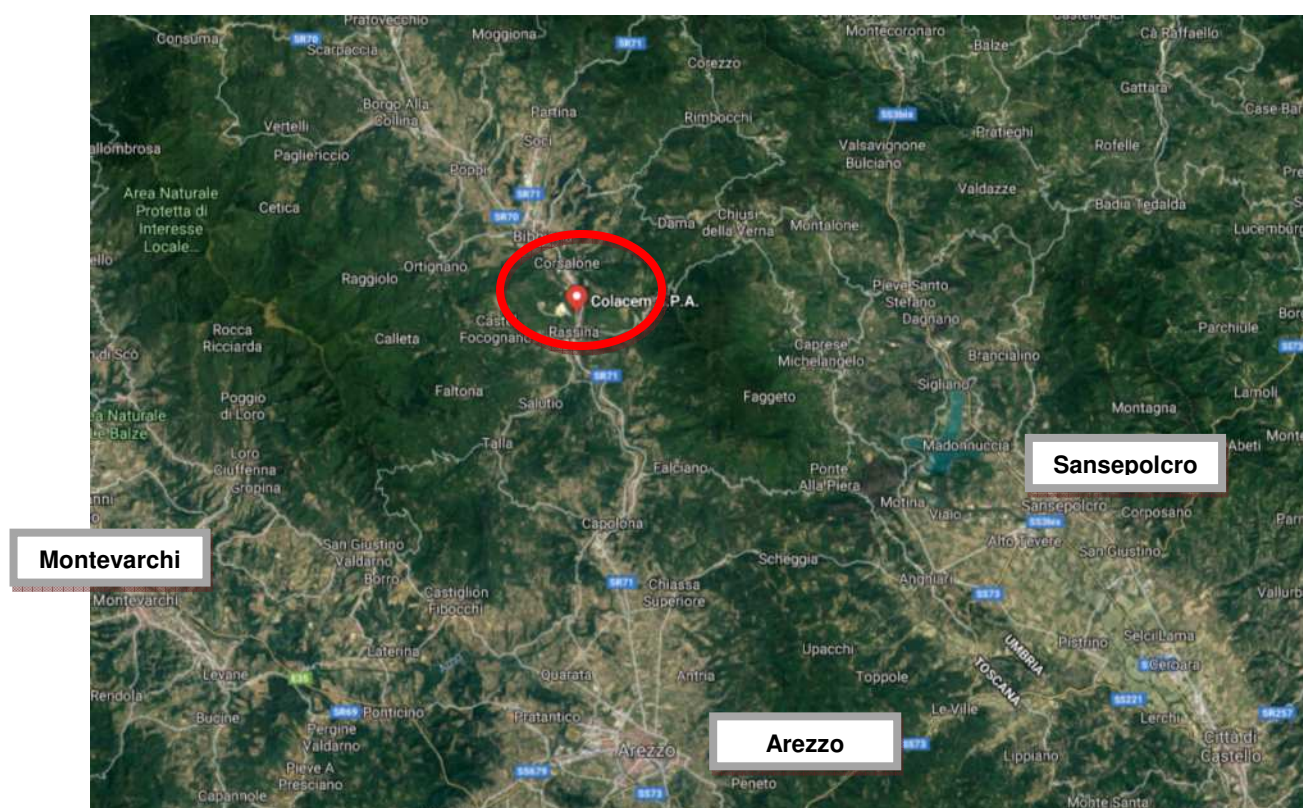


Figura 1 - Ubicazione della miniera (fonte: Google Maps)



**Figura 2-** Inquadramento generale (fonte: Google Maps)

In data 25/3/99 è stata presentata la richiesta di rinnovo della Concessione mineraria a copertura del progetto di coltivazione senza alcuna modifica del progetto stesso approvato ed in corso di realizzazione dal 1994-95; il rinnovo della Concessione è stato rilasciato nel 1999 per ulteriori 20 anni (Decreto n. 1104 del 19/7/99 G.U. 15/10/99)

Il 1995 aveva costituito per l'allora Colacem s.r.l. un anno di svolta con la trasformazione in Colacem S.p.A., nel 2001 la Cementeria di Begliano è stata incorporata per fusione in Colacem S.p.A (attuale capofila del gruppo FINANCO).

Infine, nel 2009 fu presentata richiesta di ampliamento della Concessione mineraria del 1999, autorizzata dalla Regione Toscana con Decreto n.6903 del 30 Dicembre 2009.

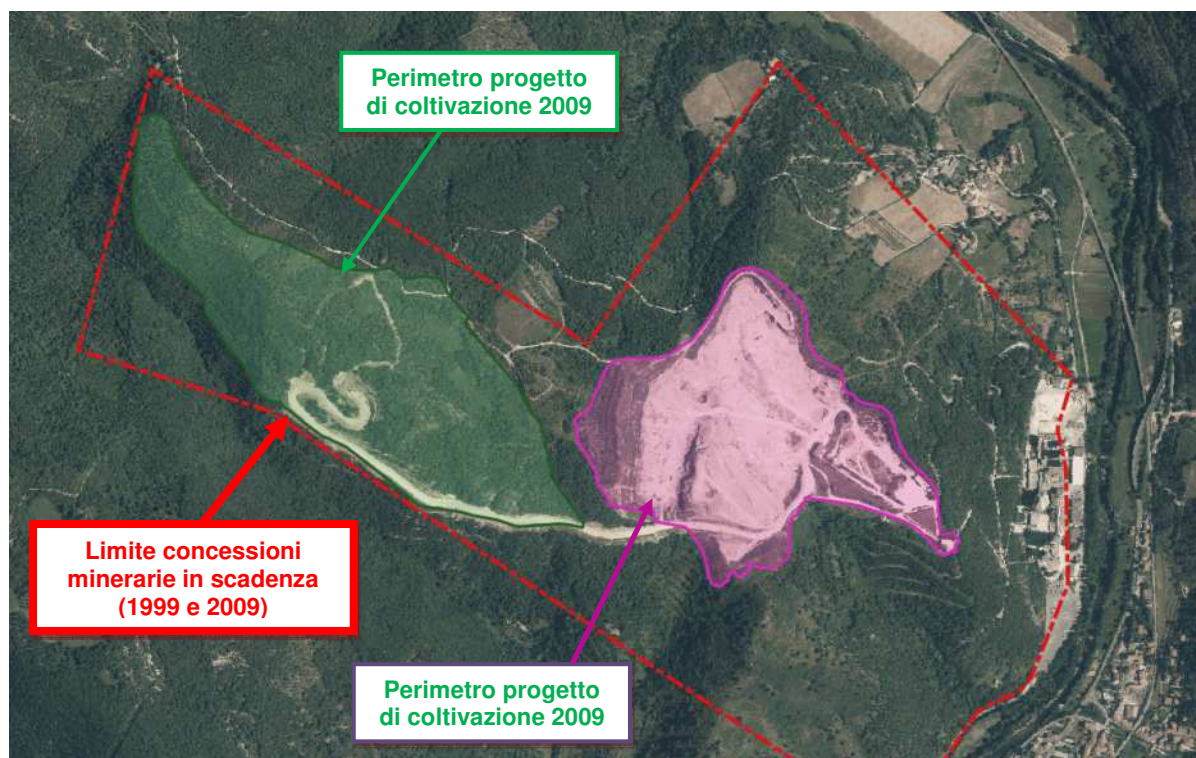
## 2.2 STATO DI ATTUAZIONE DEI PROGETTI IN SCADENZA

Nella Figura 3 si riporta il perimetro delle concessioni minerarie in scadenza e autorizzate nel 1999 e nel 2009, mentre in Figura 4 è riportato all'interno di tali limite il perimetro dei relativi progetti di coltivazione.





**Figura 3** - Perimetro delle Concessioni in scadenza (1999 e 2009) su ortofotocarta 2013 (fonte: geoscopio Regione Toscana)



**Figura 4** - Perimetro del progetto di coltivazione relativo alla concessione 1999 (in giallo) e relativo alla concessione 2009 (in verde) su ortofotocarta 2013 (fonte: geoscopio Regione Toscana)

### 2.2.1 Cantiere A

Allo stato attuale il progetto di coltivazione procede dalla quarta alla quinta fase del progetto di coltivazione relativo alla Concessione 1999 nel periodo compreso fra i 12 ed i 20 anni.

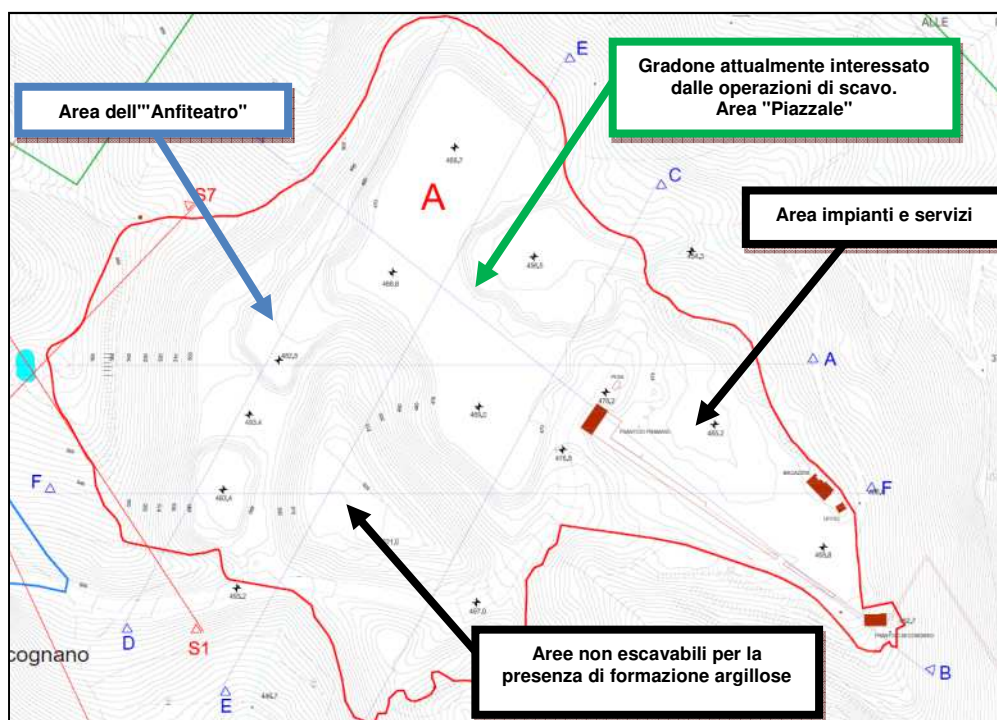
Come previsto l'attacco del giacimento è stato effettuato a quota 575 m slm dalla quale, sono iniziati gli abbassamenti per fette orizzontali discendenti, fino all'attuale livello in coltivazione compreso, il cui minimo è 456 m slm.

Intorno a quota 515 m slm, è venuto alla luce un enorme banco di argilliti quasi plastiche; tale materiale risulta inutilizzabile per gli scopi della miniera ed è quindi da condurre direttamente a stoccaggio definitivo.

anno	produzione
[-]	[t]
<1995	1 274 000
1995	1 067 000
1996	914 000
1997	893 000
1998	984 000
1999	1 195 000
2000	1 182 000
2001	1 065 000
2002	1 079 000
2003	1 124 000
2004	1 187 000
2005	1 145 000
2006	1 059 681
2007	1 310 519
2008	1 185 224
2009	863 404
2010	885 470
2011	777 793
2012	539 620
2013	579 760
2014	540 410
2015	514 820
2016	509 640
2017	522 360
2018	425 850
<b>totale [t]</b>	<b>22 823 000</b>
<b>produzione media [t]</b>	<b>912 942</b>

**Tabella 1** - Volumi estratti Concessione 1999 - cantiere A

Storicamente la produzione del vecchio cantiere è stata di 22.823.000 t scavate (produzione media annua pari 912 942 t, si veda Tabella 1), di cui utili per la produzione del cemento 11.411.755 mc. Durante le attività di scavo, è stata rinvenuta una formazione argillosa nell'area a Sud dell'area di progetto, pregiudicando, rispetto al progetto autorizzato, i volumi estraibili dalla coltivazione.



**Figura 5** - Estratto della tavola 4a - Planimetria Stato Attuale (2019)

Inoltre, l'installazione ad Est degli impianti (vagliatura, frantoio,...) e dei servizi della miniera (magazzini, ...) ha ulteriormente ridotto le aree da escavare, a cui è conseguita una ulteriore perdita di volume sbancabile.

Nel progetto di ampliamento del 2009 tali perdite produttive di materiale da estrarre erano state stimate totalmente in 6.810.000 mc. Allo stato attuale, a seguito di più accurate valutazioni, sono state definite con precisione tali volumetrie come di seguito riportato:

Descrizione		Volume
		[mc]
a)	materiale estratto fino a dic 2018	11 411 500.00
b)	banco d'argilla	1 200 000.00
c)	materiale non sfruttabile sottostante	500 000.00
d)	materiale non sfruttabile area impianti e servizi tecnici	1 500 000.00
e)	cappellaccio	780 000.00
	<i>perdite produttive di materiale b)+c)+d)+e)</i>	3 980 000.00
	<i>Sommano a)+b)+c)+d)+e)</i>	<b>15 391 500.00</b>
	<i>Volumetria prevista progetto 1999</i>	<b>16 873 000.00</b>
	<i>Materiale ancora da estrarre</i>	<b>1 481 500.00</b>

**Tabella 2** - Calcolo volumi residui





Attualmente le operazioni di scavo che interessano l'area di cantiere A si svolgono in prevalenza nell'area indicata con una freccia verde in Figura 5, che si trova mediamente a quota 460 m slm ed è in approfondimento fino a quota 445 m slm, mentre l'area denominata "Anfiteatro" (freccia blu di Figura 5) si trova a quota massima 494 m slm in approfondimento fino a quota 470 m slm. Il raggiungimento di tali quote prevede la possibilità di estrarre ancora **1.481.500 mc** di risorsa.

## 2.2.2 Cantiere B

La coltivazione relativa al progetto di ampliamento della miniera di Begliano del 2009 interessava un'area localizzata interamente nel Comune di Castel Focognano al limite del confine Comunale di Bibbiena. Il progetto di coltivazione era stato concepito con quattro fasi di sviluppo areale e temporale che si svolgeranno nell'arco di 20 anni.

Il metodo di coltivazione che era previsto di adottare prevedeva uno scavo a cielo aperto, poiché il minerale da estrarre (marna calcarea) affiora in superficie. Il sistema di avanzamento previsto era quello "per fette orizzontali discendenti", generalmente utilizzato in terreni collinari, che prevedeva abbassamenti gradualmente dei piazzali di scavo fino al raggiungimento della quota progettata.

La tipologia di coltivazione adottata nel progetto di ampliamento era quindi la stessa relativa e adottata nel cantiere relativo alla Concessione del 1999.

<b>Fase 1 ( 1° - 5° anno ) : scavo</b>	<b>3.050.000 mc</b>
quota mercantile	2.520.000 mc
quota sterile	530.000 mc
 <b>Fase 2 ( 6° - 10° anno ) : scavo</b>	 <b>2.850.000 mc</b>
quota mercantile	2.369.000 mc
quota sterile	481.000 mc
 <b>Fase 3 ( 11° - 15° anno ) : scavo</b>	 <b>3.300.000 mc</b>
quota mercantile	2.735.000 mc
quota sterile	565.000 mc
 <b>Fase 4 ( 16° - 20° anno ) : scavo</b>	 <b>3.000.000 mc</b>
quota mercantile	2.486.000 mc
quota sterile	514.000 mc
<b>TOTALE SCAVO</b>	<b>12.200.000 mc</b>
<b>TOTALE Q. MERCANTILE</b>	<b>10.110.000 mc</b>
<b>TOTALE Q. STERILE</b>	<b>2.090.000 mc</b>

**Tabella 3** - Produzione prevista dal progetto di ampliamento Concessione 2009



**Figura 6** - Stato realizzato del cantiere relativo alla Concessione 2009 - vista dei 4 gradoni

Il progetto prevedeva di estrarre 12.200.000 mc in 4 differenti fasi di scavo secondo i tempi e le quantità previste in fase di redazione del progetto riportate nella Tabella 3.

Lo stato attuale di coltivazione della miniera vede realizzato il 4° dei 9 gradoni che erano previsti a progetto e precisamente quello posto a quota 600 m slm. La risorsa complessivamente estratta è quindi di circa 189.302 mc di materiale; conseguentemente, la risorsa ancora disponibile, rispetto alla concessione precedente, è di **12.010.698 mc**.

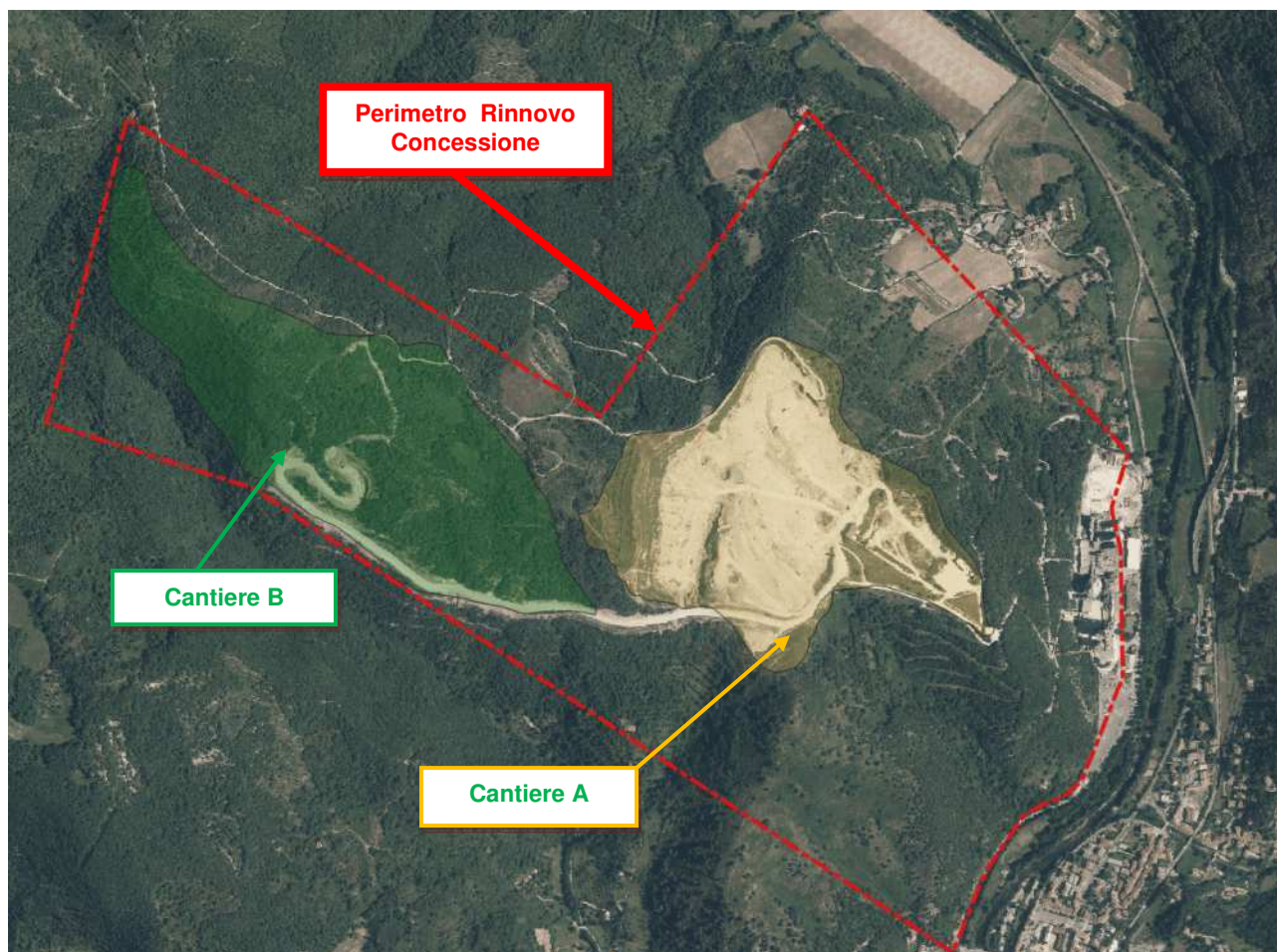
## 2.3 NUOVO PROGETTO DI COLTIVAZIONE

In Figura 7 è riportata la nuova configurazione relativa al progetto di coltivazione di supporto all'Istanza di rinnovo. In rosso è riportato il perimetro della Nuova Concessione, definito unendo i perimetri relativi alle Concessioni del 1999 e del 2009 (si vedano Figura 3 e Figura 7).

Le due aree di cantiere sono così definite:

- **CANTIERE A** - Corrisponde all'area del progetto di coltivazione relativo alla Concessione ottenuta con Decreto del Distretto delle Miniere di Firenze del Corpo delle Miniere rilasciato in data 19 luglio 1999 con scadenza il 05 Maggio 2019.
- **CANTIERE B** - Corrisponde l'ampliamento alla Concessione Mineraria del 1999 ottenuta con Decreto n. 6903 del 30 dicembre 2009 del Dirigente del Settore Miniere ed Energia della Regione Toscana con scadenza il 05 Maggio 2019.





**Figura 7** - Layout della nuova concessione e individuazione dei due cantieri su ortofotocarta 2013 (fonte: geoscopio Regione Toscana)

È evidente che questa nuova configurazione è in continuità con quella precedente: il limite della nuova concessione è lo stesso di quello autorizzato fino al 2019 e i limiti dei progetti di coltivazione dei cantieri A e B corrispondono a quelli relativi ai progetti del 1999 e del 2009.

Il nuovo progetto di coltivazione prevede dunque:

- la definizione di un unico limite di concessione e quindi redazione di un unico progetto di coltivazione suddiviso in fasi con conseguente unificazione delle procedure da attivare presso gli Enti;
- il mantenimento della massima quota di scavo dell'area di pertinenza del Cantiere A pari a 445 m slm;
- il mantenimento dei valori dei volumi complessivi da estrarre all'interno del cantiere B (area del progetto di coltivazione relativo alla Concessione del 2009) pari a 12.200.000 mc (di cui 189.302 mc già estratti);

- possibilità di mantenere per il cantiere B lo stesso progetto di coltivazione di quello a supporto della Concessione Mineraria ottenuta con Decreto n. 6903 del 30 dicembre 2009 senza introdurre modifiche sostanziali (**reiterazione del progetto**);

In relazione al progetto di coltivazione relativo al **cantiere B**, si può quindi osservare che il progetto a supporto dell'istanza di rinnovo non prevede nessun tipo di ampliamento né in termini di aree da sfruttare né in termini di risorsa da estrarre.

In relazione alle aree di pertinenza del **cantiere A**, il progetto di coltivazione dovrà inevitabilmente introdurre alcune modifiche rispetto a quello del progetto del geol. Sbragi (Concessione 1999), in quanto:

- parte delle aree di pertinenza del cantiere A sono occupate dagli impianti e dai servizi della miniera (magazzini, impianto di vagliatura, frantoio,...);
- la presenza della formazione di argilla a Sud dell'area del cantiere A riduce l'area di escavazione potenziale, limitando l'escavazione nell'area Sud-Ovest a quella all'area dell'"Anfiteatro";
- l'area del cantiere A è già stata in buona parte sfruttata per la coltivazione di marna da cemento e la quasi totalità dei gradoni abbandonati è già stata ripristinata.

Ad ogni modo, anche nel caso del cantiere A, il progetto di coltivazione non prevede nessun tipo di ampliamento in termini di aree da sfruttare e si prefissa di raggiungere la stessa quota ultima del progetto del geol. Sbragi (1999), pari a 445 m slm.

Preme infine osservare che, pur nel pieno rispetto del progetto di coltivazione, in una miniera di Marna da cemento, rispetto ad altre, si presentano maggiori difficoltà minerarie perché la richiesta da parte della cementeria di un prodotto di qualità costante condiziona le produzioni giornaliere verso l'attenzione a gestire una materia prima che in linea di massima abbia sempre la miglior corrispondenza ai parametri fisico-chimici adeguati alla sua trasformazione.

Nella Miniera Begliano la complessità della struttura geologica induce alla necessità di tenere aperti contemporaneamente più cantieri al fine di operare una premiscelazione già prima dell'invio alla frantumazione della materia prima estratta. Ciò può produrre a lunga scadenza limitate variazioni altimetriche nell'andamento delle fasi di lavoro, sempre però riconducibili alla struttura piano altimetrica finale prevista dal progetto.

Il reperimento di tali materiali consente di miscelare i prodotti con titolo minore reperiti ai livelli più alti della miniera, in assenza dei quali si dovrebbe ricorrere ad apporti esterni molto superiori alle medie consuete di materiale calcareo puro.



### 2.3.1 *Previsione produttiva*

Con l'obiettivo di garantire le attuali possibilità produttive degli impianti, si stimano 2.400 ton di clinker giornaliere per 310 giorni annui.

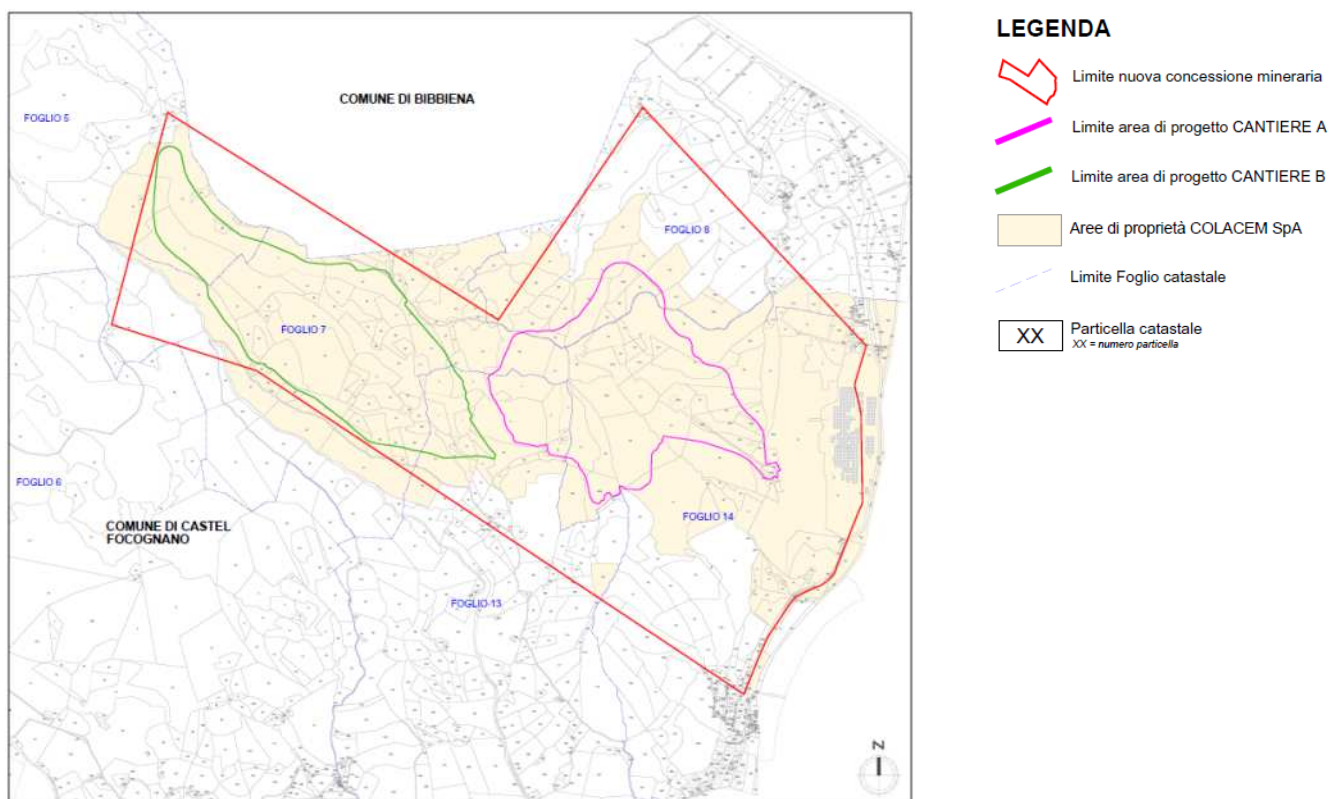
Considerando una percentuale media dello sterile intorno al 17% si ottiene un fabbisogno di tout - venant pari a:  $2.400 \times 1,55$  (rapporto di cottura)/ $0.83 \times 310 = 1.389.397$  tonnellate annue.

Con tale previsione la richiesta di rinnovo del titolo minerario deve prevedere per i prossimi 20 anni una capacità del giacimento di almeno 27.780.000 ton pari a circa 13.890.000 mc di tout venant.

Il fabbisogno di materiale stimato è quindi di circa 694.000 mc annui di cui circa 576.000 mc di produzione e circa 118.000 mc di scarto o sterile che in parte potrà essere impiegato per il ripristino dei fronti di scavo ed in parte verrà stoccato in apposite aree pronto per poter essere utilizzato per gli eventuali usi consentiti dall'art.186 T.U. sull'Ambiente 152/2006.

### 3 PIANO DI COLTIVAZIONE

Il progetto di coltivazione della miniera di Begliano interessa un'area localizzata interamente nel Comune di Castel Focognano al limite del confine catastale del Comunale di Bibbiena (Figura 8).



**Figura 8** - Inquadramento del progetto di coltivazione e dei due cantieri su cartografia catastale (estratto della Tavola 3)

Il materiale oggetto di estrazione è costituito da marna calcarea con titolo calcimetrico idoneo alla sua trasformazione in farina per la produzione di leganti idraulici.

Il progetto di coltivazione è stato concepito con quattro fasi di sviluppo areale e temporale che si svolgeranno nell'arco di 20 anni.

#### 3.1 METODO DI COLTIVAZIONE

Il metodo di coltivazione, di seguito che viene adottato prevede uno scavo a cielo aperto poiché il minerale da estrarre (marna calcarea) affiora in superficie.

Il sistema di avanzamento è lo stesso di quello adottato fino ad oggi all'interno dei due cantieri, cioè "per fette orizzontali discendenti", generalmente utilizzato in terreni collinari, che prevede abbassamenti graduali dei piazzali di scavo fino al raggiungimento della quota progettata.



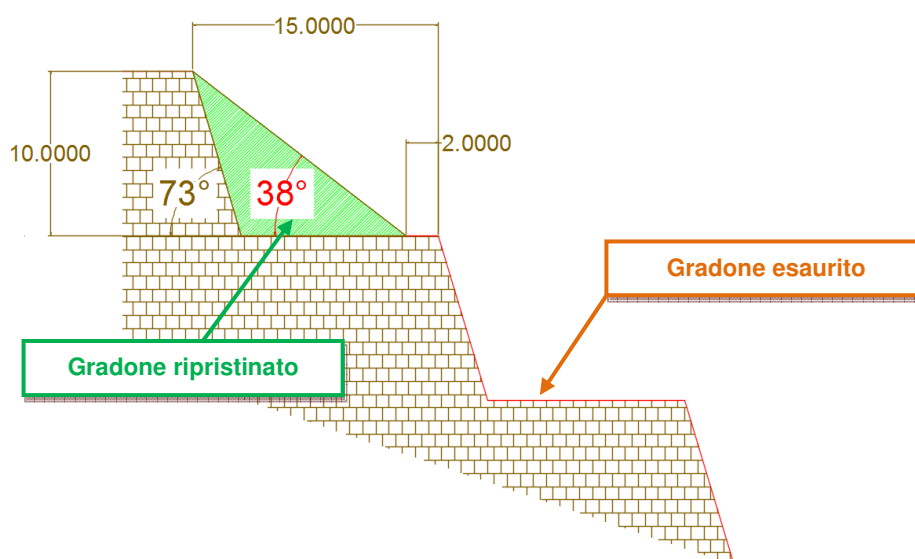
Vista la tipologia di materiale e le notevoli volumetrie da movimentare, si rende necessario utilizzare macchinari e attrezzature di notevoli masse e dimensioni.

Durante le varie fasi di coltivazione si utilizzeranno diverse tipologie di scavo, che saranno sempre per fette orizzontali dall'alto verso il basso, ma che produrranno differenti profili dello stato finale delle gradonature.

Le tipologie di scavo sono essenzialmente condizionate dalla giacitura degli strati della formazione geologica costituita da alternanze di calcari e livelli argillitici.

## CANTIERE A

La metodologia di coltivazione adottata per il cantiere A è la stessa di quella prevista nel progetto relativo alla Concessione del 1999. Sono previsti sbancamenti dall'alto verso il basso ad avanzamenti con fronti di  $73^\circ$  alti 10 mt. La pedata risulta mediamente di 15 mt di cui 13 mt circa saranno utilizzati per la riprofilatura morfologica durante il ripristino ambientale e i restanti 2 mt verranno mantenuti per la realizzazione delle opere di regimazione idraulica e per garantirne l'accesso. Si riporta uno schema delle metodo di coltivazione e della geometria tipo dei gradoni.



**Figura 9** - Schema metodo di coltivazione cantiere A

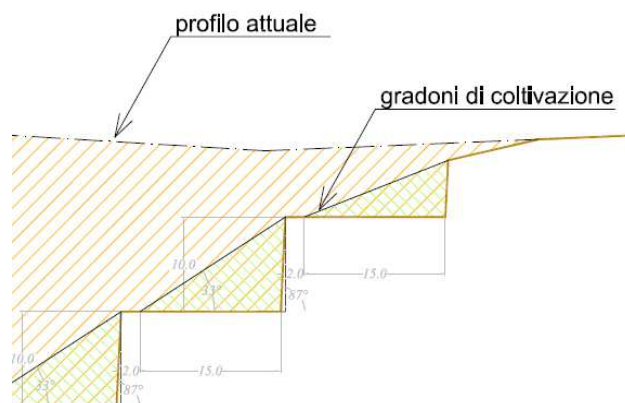
## CANTIERE B

Nel cantiere B sono individuate due differenti tipologie di scavo: una in corrispondenza degli strati a traverspoggio e reggipoggio e una in corrispondenza degli strati franapoggio (si veda la relazione geomineraria per maggiori dettagli in merito). Le due tipologie qui presentate sono le stesse di quelle del progetto di coltivazione dell'ampliamento della miniera del 2009.



### Scavo in corrispondenza degli strati a traverspoggio e reggipoggio.

Questo metodo di coltivazione prevede sbancamenti per “fette” orizzontali, dall'alto verso il basso ed avanzamenti con fronti sub-verticali ( $87^\circ$ ) alti 10 metri; la pedata risulta mediamente 17 metri, di cui 15 metri saranno utilizzati per la riprofilatura morfologica durante il ripristino ambientale e i restanti 2 m verranno mantenuti per la realizzazione delle opere di regimazione idraulica e per garantire un camminamento pedonale (si veda Figura 10).



**Figura 10** - Schema metodo di coltivazione cantiere B strati a traverspoggio e reggipoggio (estratto delle tavole di progetto relative alla Concessione 2009)

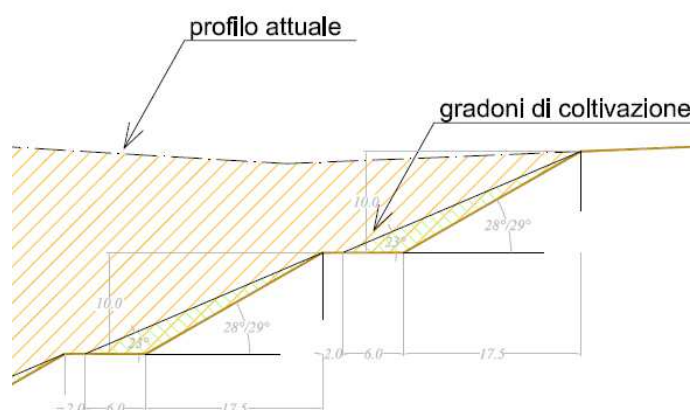
Tale tipologia di coltivazione verrà leggermente modificata per essere adeguata a due situazioni particolari.

In particolare il gradone posto a quota di progetto 550 m s.l.m. sarà realizzato, per una lunghezza pari a circa 250 m, con pedata ampia 22 m, maggiore di 5 m dell'ampiezza standard, in quanto sarà utilizzato, dal 15° al 20° anno di coltivazione, come viabilità di cantiere, ed una maggiore ampiezza risulta necessaria al transito dei mezzi utilizzati.

Inoltre i gradoni che delimitano l'area destinata a stoccaggio, posti nella zona a Sud – Est alle quote di progetto 500 e 510 m s.l.m., dato che non verranno morfologicamente riprofilati, saranno realizzati con una pedata di 12 m, inferiore di 5 m a quella standard.

### Scavo in corrispondenza degli strati a franapoggio.

Questo metodo di coltivazione prevede sbancamenti per “fette” orizzontali, dall'alto verso il basso ed avanzamenti dei fronti alti 10 metri, con inclinazione della scarpata pari a circa  $28/29^\circ$ ; la pedata risulta mediamente 8 metri, di cui 6 metri saranno utilizzati per la riprofilatura morfologica durante il ripristino ambientale e i restanti 2 m verranno mantenuti per la realizzazione delle opere di regimazione idraulica e per garantire un camminamento pedonale (si veda Figura 11).



**Figura 11** - Schema metodo di coltivazione cantiere B strati a franapoggio (estratto delle tavole di progetto relative alla Concessione 2009)

Sia per il cantiere A che per il cantiere B l'abbattimento dei fronti di scavo avverrà tramite l'esplosione di mine cilindriche caricate in fori di 10 cm di diametro realizzati con perforatrici idropneumatiche.

L'operazione iniziale consiste nella scelta di adeguate quote di attacco dalle quali creare i fronti di scavo dall'alto verso il basso, inizialmente attraverso la realizzazione di un piazzale di dimensioni sufficienti a permettere le operazioni di carico e la movimentazione dei mezzi meccanici.

L'operazione successiva è quella di coltivare la miniera in avanzamento esaurendo i dieci metri di ogni gradone sui livelli consentiti dal terreno fino a realizzare in arretramento la profilatura delle scarpate finali oggetto di recupero.

Esaurita la fase di coltivazione dell'intero sviluppo orizzontale del gradone, si iniziano le operazioni di recupero ambientale con riporto del materiale dal basso verso l'alto compattando i terreni per strati successivi.

Conclusa l'operazione precedente si inizia il piazzale per la realizzazione del gradone inferiore e così via fino al raggiungimento della quota finale prevista dal progetto.

### 3.2 GEOMETRIA DEL GRADONE

Sono individuate per le due aree di cantiere le seguenti geometrie.

#### CANTIERE A

Nel caso del cantiere A la tipologia del gradone è unica per tutta l'area dei cantiere:

- 10 metri di alzata (altezza del gradone)
- 15 m di pedata (larghezza del gradone)



La parete di fronte scavo sarà di 73° sull'orizzontale (Figura 9), la proiezione del fronte di scavo sul piano orizzontale è pari a 0.6 m; la pedata, dopo il ripristino della scarpata.

Il ripristino conferirà una pendenza alla scarpata finale di ogni singolo gradone intorno ai 38° dal piano orizzontale.

## CANTIERE B

### Scavo in corrispondenza degli strati a traverpoggio e reggipoggio

- 10 metri di alzata (altezza del gradone)
- 17 m di pedata (larghezza del gradone)

La parete di fronte scavo sarà pertanto sub-verticale con inclinazione intorno agli 87° sull'orizzontale, la proiezione del fronte di scavo sul piano orizzontale è pari a 0.5 m; la pedata, dopo il ripristino della scarpata, permetterà un camminamento pedonale di una larghezza pari a 2 metri.

Il ripristino conferirà una pendenza alla scarpata finale di ogni singolo gradone intorno ai 33° dal piano orizzontale, mentre la pendenza media dell'intero fronte di miniera, risulterà intorno a 28/29°.

### Scavo in corrispondenza degli strati a franapoggio

- 10 metri di alzata (altezza del gradone)
- 8 m di pedata (larghezza del gradone)

La parete di fronte scavo risulterà con inclinazione intorno ai 28/29° sull'orizzontale, la proiezione del fronte di scavo sul piano orizzontale è pari a 17.5 m, mentre la pedata, dopo il ripristino della scarpata, permetterà un camminamento pedonale di una larghezza pari a 2 metri.

Il ripristino conferirà una pendenza alla scarpata finale di ogni singolo gradone intorno ai 23° dal piano orizzontale, mentre la pendenza media dell'intero fronte di miniera, risulterà intorno a 21°.

## 3.3 STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

La stabilità dei singoli fronti di scavo è invece strettamente condizionata dall'altezza del gradone in coltivazione, dalla larghezza della pedata e dall'inclinazione media sull'orizzontale del fronte, oltre che dalla disposizione spaziale del sistema di fratturazione dell'ammasso roccioso in relazione all'orientamento del fronte di scavo ed alla tecnologia di abbattimento.

## CANTIERE A

La disposizione del sistema di discontinuità principale risulta avere costantemente componenti o a reggipoggio o a traverpoggio senza alcuna componente a franapoggio rispetto alla direzione dei

fronti di scavo (si veda a tal proposito quanto riportato nella Relazione geomineraria). Per tali ragioni risulta verificata l'assenza di possibili scivolamenti o sbloccamento di cunei rocciosi. Si ritiene pertanto che l'avanzamento dei fronti di scavo con inclinazione pari a  $73^\circ$ , prevista nel progetto relativo alla concessione 1999, risulta essere stabile, tenuto conto che con tale pendenze sono state eseguite le attività di scavo fino ad oggi.

## **CANTIERE B**

### Scavo in corrispondenza degli strati a traverspoggio e reggipoggio

La disposizione del sistema di fratturazione principale risulta immergere in direzione sia parallela che ortogonale al fronte di scavo con inclinazione media di  $70^\circ$  dalla verticale. Tali disposizioni rendono verificata l'assenza di possibili scivolamenti o sbloccamento di cunei rocciosi.

In questo caso la giacitura degli strati che varia da sub orizzontale fino pari ad un inclinazione di  $35^\circ$  (vedi sez. n.S8 e n. S12 della Tav.e di progetto), conferisce assoluta stabilità del fronte di scavo in quanto siamo nella condizione di reggipoggio.

### Scavo in corrispondenza degli strati a franapoggio

La disposizione del sistema di fratturazione principale risulta immergere in direzione parallela al fronte di scavo con inclinazione media di  $85^\circ$  dalla verticale. Tale disposizione rende verificata l'assenza di possibili scivolamenti o sbloccamento di cunei rocciosi.

In questo caso l'inclinazione media degli strati conferisce un assetto giaciturale estremamente stabile in quanto siamo nelle condizioni di franapoggio più inclinato del pendio.

A tal riguardo vale la pena sottolineare che la pendenza media di questa tipologia dei fronti di miniera a fine scavo è mediamente pari a  $21^\circ$ , ciò conferisce un assetto strutturale stabile in quanto siamo nella condizione di un franapoggio più inclinato del pendio.

In relazione sia al cantiere A che al cantiere B, si potrebbero invece localmente verificare situazioni che pregiudicano la stabilità in corrispondenza del ciglio del singolo gradone, sia per condizioni strutturali locali (presenza di fratturazioni, faglie, spessore degli strati, presenza di interstrati duttili, disposizione spaziale della giacitura in relazione all'andamento del versante) sia per reazioni ad eventi sismici che possono innescare squilibri all'assetto strutturale dell'ammasso roccioso. Per tale motivo sono state diversificate le pendenze di scavo lasciandole ove possibile con valori prossimi a quelli della pendenza degli strati.

Per tutte le considerazioni di carattere geomeccanico e per le verifiche di stabilità sui fronti, si rimanda interamente alla relazione geomineraria.

### 3.4 TEMPISTICHE E VOLUMI

Il volume totale di materiale che il progetto prevede di estrarre è di **13.490.278 mc**, di cui 1.479.580 mc dal cantiere A e 12.010.698 mc dal cantiere B.

Il progetto di coltivazione è suddiviso in quattro fasi quinquennali, aventi le seguenti volumetrie stimate di scavo e produzione di sterile.

	Materiale estratto Cantiere A	Materiale estratto Cantiere B	Materiale estratto complessivamente	Materiale di scarto prodotto (sterile e vegetale)
	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
<b>FASE 1 (5 anni)</b>	744 240	2 860 698	3 604 938	612 839
<b>FASE 2 (10 anni)</b>	537 173	2 850 000	3 387 173	572 319
<b>FASE 3 (15 anni)</b>	198 167	3 300 000	3 498 167	598 688
<b>FASE 4 (20 anni)</b>	0	3 000 000	3 000 000	514 000
<b>Totali</b>	<b>1 479 580</b>	<b>12 010 698</b>	<b>13 490 278</b>	<b>2 297 847</b>

**Tabella 4** - Attività produttiva della miniera della

Distinguendo per singolo cantiere si ottiene:

- per il **cantiere A**

	Materiale estratto Cantiere A	Materiale di scarto prodotto	Materiale utile per la produzione del cemento
	[mc]	[mc]	[mc]
<b>FASE 1</b>	744 240	126 521	617 719
<b>FASE 2</b>	537 173	91 319	445 854
<b>FASE 3</b>	198 167	33 688	164 479
<b>FASE 4</b>	0	0	0
<b>Totali</b>	<b>1 479 580</b>	<b>251 529</b>	<b>1 228 051</b>

**Tabella 5** - Attività produttiva cantiere A

- per il **cantiere B**

	Materiale estratto Cantiere B	Materiale di scarto prodotto	Materiale utile per la produzione del cemento
	[mc]	[mc]	[mc]
<b>FASE 1</b>	2 860 698	486 319	2 374 379
<b>FASE 2</b>	2 850 000	481 000	2 369 000
<b>FASE 3</b>	3 300 000	565 000	2 735 000
<b>FASE 4</b>	3 000 000	514 000	2 486 000
<b>Totali</b>	<b>12 010 698</b>	<b>2 046 319</b>	<b>9 964 379</b>

**Tabella 6** - Attività produttiva cantiere B



### 3.5 FASI DI COLTIVAZIONE E RECUPERO

#### 3.5.1 Fase I (fino al 5° anno di coltivazione)

La descrizione delle fasi è distinta tra cantiere A e cantiere B; per quest'ultimo vale quanto era già stato esposto nella Relazione Tecnica del progetto di ampliamento relativo alla Concessione del 2009.

#### CANTIERE A

La prima fase di coltivazione interessa due aree del cantiere. Per i primi due anni gli sbancamenti dovranno riguardare l'area denominata "Anfiteatro" (si veda la freccia blu di Figura 5) da quota 494 m slm (corrispondente al gradone più alto) a quota 470 m slm, mentre per i successivi tre anni lo sbancamento riguarderà l'area del piazzale (si veda la freccia verde di Figura 5) fino a quota 460 m slm.

Nell'area dell'"Anfiteatro" si sbancheranno due gradoni da 10 m fino a quota 474 m slm (si veda a tal proposito Tav. 4B del progetto) in cui il primo gradone avrà una pedata di 15 m e il secondo di 11 m, più piccola per consentire un'ulteriore sbancamento di un gradone di 4 m fino a quota 470 m slm. Il raggiungimento di tale quota si rende necessario in quanto consente di "aprire" l'"Anfiteatro" fino al raggiungimento dell'attuale quota del piazzale (470 m slm appunto) e permettere un corretto deflusso e smaltimento delle acque piovane; per tale ragione l'attacco al gradone dovrà avvenire da Nord-Est muovendo verso Sud-Ovest dal piazzale a quota 470 m slm, in modo da consentire il corretto deflusso delle acque durante l'attività di scavo. Nei primi due anni dal cantiere A verranno sbancati 250.343 mc di materiale.

Negli ultimi tre anni della Fase I, le attività di sbancamento si concentreranno nel piazzale con la realizzazione di un gradone da quota 470 m slm a quota 460 m slm per un volume di materiale estratto complessivamente pari a 493.897 mc.

Al completamento della Fase I, sono quindi stimate una volumetria di scavo pari a 742.240 mc, e una produzione complessiva di materiale di scarto tra sterile e vegetale valutata 126.521 mc.

#### CANTIERE B

Per quel che riguarda il cantiere B, la prima fase di coltivazione si svilupperà su una superficie fondiaria di circa 15 ha, a partire dal quarto dei dieci gradoni già realizzati (quindi da quota 600 m slm). Da qui si continueranno gli abbassamenti per fette orizzontali discendenti, fino al raggiungimento della quota del piazzale di fondo scavo, previsto per la prima fase, posto a 550 m s.l.m. In questa direzione di attacco del giacimento si procederà con la metodologia di scavo di gradoni con scarpata inclinata  $28^{\circ}$ ÷  $29^{\circ}$  sul piano orizzontale.

Per raggiungere il fronte è già stata realizzata dal 2011 ad oggi la viabilità di cantiere che, partendo dall'impianto di frantumazione primaria, si sviluppa lungo il confine sud dell'area di coltivazione e risale poi lungo il versante per arrivare a quota 630 m s.l.m. (quota del primo gradone oggi esaurito).

L'ultimo tratto, da quota 580 m s.l.m. a quota 630 m s.l.m., si sviluppa ad anello intorno al cantiere principale, permettendo la possibilità di una circolazione in un unico senso di marcia dei mezzi di trasporto di miniera.

Durante l'avanzare della coltivazione, la porzione di strada ricadente sull'area interessata dalla coltivazione verrà modificata, adattandola al procedere del fronte di scavo e alle quote dei piazzali di scavo realizzati. Quando lo stato di avanzamento della coltivazione sarà tale da non consentire un adattamento della viabilità alla nuova profilatura morfologica, la strada verrà gradualmente smantellata, e rimarrà come unica viabilità quella che si sviluppa esternamente all'area di progetto.

Una volta raggiunta quota 580 m s.l.m. con il primo fronte d'attacco si potrà avviare contemporaneamente un secondo cantiere individuato in corrispondenza della sezione S9 a quota 580 m s.l.m. La coltivazione procederà in questo secondo cantiere in direzione pressoché ortogonale alla direzione di scavo del fronte d'attacco principale, con abbassamenti per fette orizzontali discendenti e realizzazione di gradoni sub-verticali. Tale cantiere sarà raggiungibile con la stessa viabilità realizzata in precedenza.

In tutte le fasi di coltivazione le pedate dei gradoni verranno realizzate conferendo una leggera pendenza verso monte al fine di drenare le acque di infiltrazione; contemporaneamente verranno realizzate le opportune opere di regimazione delle acque meteoriche come spiegato e illustrato nel successivo capitolo.

Il termine della I fase è previsto a 5 anni dall'inizio lavori, con una volumetria di scavo stimata pari a 2.860.698 mc, e una produzione complessiva di materiale di scarto valutata pari a 486.319 mc. Di questa volumetria, 143.000 mc circa saranno costituiti da terreno vegetale derivante dalla scopertura delle fasce di cappellaccio e saranno da stoccare separatamente dal materiale sterile.

## **STOCCAGGIO DEL MATERIALE DI SCARTO CANTIERI A E B**

Lo stoccaggio del materiale di scarto (sia scotico che vegetale) proveniente dal cantiere B era stato individuato nel progetto di ampliamento Concessione 2009 all'interno delle aree del cantiere A, supposto esaurito.

A seguito di più accurate valutazioni, in relazione alle perdite produttive di materiale da estrarre all'epoca stimate totalmente in 6.810.000 mc, risultano ancora da sbancare circa 1.500.000 mc (si veda il precedente paragrafo 2.2.1), così che per poter consentire l'attuazione del progetto di coltivazione, tenuto conto della prosecuzione delle attività di scavo all'interno del cantiere A,



**Figura 12** - Individuazione dell'area di stoccaggio temporaneo

occorre re-individuare le aree da adibire allo stoccaggio del materiale inerte e del vegetale (Figura 12).

Data la conformazione geomorfologica, l'area del così detto "Anfiteatro" è quella che meglio si presta ad accogliere il materiale da stoccare durante lo svolgimento delle attività di sbancamento.

Per tale ragione, si prevede che per i primi due anni, quelli in cui le attività di sbancamento del cantiere A devono svolgersi proprio nell'"Anfiteatro", si dovrà provvedere allo stoccaggio *temporaneo* del materiale sterile e del vegetale provenienti dalle attività di sbancamento del cantiere A e del cantiere B nel piazzale, in corrispondenza dell'area indicata in Figura 12 per una volumetria complessiva di 237.086 mc.

Al termine dei due anni, una volta completate le attività di sbancamento nell'"Anfiteatro", si potrà provvedere a stoccare i 512.839 mc (di cui 143.000 mc di vegetale) all'interno dell'"Anfiteatro" stesso (si veda Tavola 4B del progetto).

Il materiale accumulato raggiungerà quota 500 m slm e la stabilità del fronte lato Nord e Sud sarà garantito da una pendenza di circa 22° (si vedano le tavole delle sezioni 6B relative al cantiere A). L'attività preliminare di scavo all'interno dell'"Anfiteatro", oltre a consentire l'estrazione della risorsa, permette quindi di garantire i volumi necessari allo stoccaggio del materiale sterile e vegetale derivante dalla coltivazione per la Fase I e quelle successive.

### 3.5.2 Fase II (dal 5° al 10° anno di coltivazione)

La descrizione delle fasi è distinta tra cantiere A e cantiere B; per quest'ultimo vale quanto era già stato esposto nella Relazione Tecnica del progetto di ampliamento relativo alla Concessione del 2009.

#### **CANTIERE A**

Le attività di sbancamento nel cantiere A consistono nella realizzazione nel piazzale di un ulteriore gradone da quota 460 m slm a quota 450 m slm. Al fine di consentire l'accesso alle aree, procedendo in approfondimento dall'alto verso il basso man mano che le attività di sbancamento procedono, viene realizzata una pista di cantiere in continuazione con la viabilità esistente e che attualmente consente di raggiungere l'area più depressa del piazzale (quota 456 m slm dello stato attuale).

Il gradone a 460 m slm, esaurito al termine della Fase I, dovrà essere interessato dai lavori di ripristinato ambientale, riportando il materiale sterile proveniente dall'attività di sbancamento del cantiere A per un valore complessivo di 55.000 mc (di cui 16.500 mc di materiale vegetale) e una lunghezza di circa 1100 m.

#### **CANTIERE B**

La seconda fase di coltivazione, si sviluppa in gran parte sulla stessa porzione di territorio coinvolto nella prima fase, portando il piazzale di fondo miniera da 550 m s.l.m., quota a cui si erano attestati i lavori dei primi 5 anni di coltivazione, sino a 500 m s.l.m. Viene in contemporanea aperto un nuovo cantiere (denominato Casentino), nella porzione nord- occidentale dell'area di coltivazione. Nel complesso sarà interessata dalla coltivazione una superficie fondiaria di circa 12,6 ha.

L'inizio della fase II è contestuale con l'inizio dei lavori di ripristino ambientale della porzione est del fronte di miniera. A conclusione del decimo anno sarà stato eseguito il ripristino definitivo su una porzione dei gradoni compresi tra quota 630 m s.l.m. e quota 560 m s.l.m., per una lunghezza complessiva di circa 1700 m di gradonatura.

Nella porzione orientale dell'area del progetto di coltivazione, i lavori procederanno come prosecuzione della prima fase con due cantieri, uno principale che lavora con fronti di scavo con pendenza di 28/29° e un secondo con fronti di scavo sub-verticali.

La viabilità utilizzata rimane quella realizzata nel primo quinquennio sulla fascia ovest esterna all'area di coltivazione. La stessa viabilità sarà utilizzata anche per raggiungere nuovamente quota 530 m s.l.m. e iniziare i lavori di ripristino ambientale.

Per raggiungere il nuovo lotto di scavo nella porzione nord-occidentale, verrà realizzato un ulteriore tratto di strada che si congiunge alla viabilità esistente a quota 590 m s.l.m. Da qui la nuova strada si svilupperà per un tratto a mezza costa, in modo da non invadere l'area destinata a coltivazione e non dover quindi essere smantellata in questa fase, per affrontare poi l'ultimo tratto del versante e raggiungere quota 660 m s.l.m., quota di posizionamento del nuovo cantiere per l'attacco del giacimento.

La coltivazione del nuovo lotto procederà in fase discendente con gradonature a scarpata sub-verticale fino alla realizzazione del piazzale posto a quota 630 m s.l.m.

Il termine della II fase è previsto a 10 anni dall'inizio lavori, con una volumetria di scavo nel quinquennio stimata pari a 2.850.000 mc, e una produzione complessiva di materiale di scarto valutata pari a 481.000 mc. Di questa volumetria, 30.000 mc circa saranno costituiti da terreno vegetale derivante dalla scopertura delle fasce di cappellaccio.

Per le operazioni di ripristino ambientale durante la II fase si stima siano necessari circa 36.000 mc di cotico erboso e 65.600 mc di materiale sterile.

Contemporaneamente, al termine della seconda fase, è stata completata la realizzazione del piazzale a quota 500 m s.l.m., che verrà destinato allo stoccaggio del materiale prodotto nei successivi dieci anni di coltivazione e alla profilatura di un rilievo che si inserisce nel piano di recupero ambientale e morfologico dell'area coltivata.

## **STOCCAGGIO DEL MATERIALE DI SCARTO CANTIERI A E B**

Come già precedentemente osservato, lo stoccaggio del materiale di scarto (sia scotico che vegetale) proveniente dalle attività di sbancamento del cantiere A e del cantiere B dovrà avvenire nell'area dell'"Anfiteatro" del cantiere A. Il materiale accumulato raggiungerà quota 508 m s.l.m. e la stabilità del fronte lato Nord e Sud sarà garantito da un fronte con pendenza di circa 22°, come nel caso della Fase I (si vedano le tavole delle sezioni 6C relative al cantiere A) e si prevede complessivamente che il materiale stoccato sarà di 828.559 mc, di cui 120.500 mc di vegetale.

### **3.5.3 Fase III (dal 10° al 15° anno di coltivazione)**

La descrizione delle fasi è distinta tra cantiere A e cantiere B; per quest'ultimo vale quanto era già stato esposto nella Relazione Tecnica del progetto di ampliamento relativo alla Concessione del 2009.

## **CANTIERE A**

Le attività di sbancamento nel cantiere A consistono nella realizzazione dell'ultimo gradone da quota 450 m s.l.m. a quota 445 m s.l.m. Al fine di consentire l'accesso alle aree viene realizzata,





procedendo in approfondimento dall'alto verso il basso man mano che le attività di sbancamento procedono, una pista di cantiere che è la continuazione di quella realizzata nella fase precedente. Il gradone a 450 m s.l.m., esaurito al termine della Fase II, non sarà interessato dai lavori di ripristino ambientale, in quanto al termine della quarta fase del progetto di coltivazione si prevede di riempire il piazzale con il materiale sterile fino a quota 456 m s.l.m. e pertanto si potrà procedere al recupero ambientale solo a seguito dell'esaurimento delle attività di coltivazione nel cantiere A, cioè proprio al termine di questa fase.

## **CANTIERE B**

La terza fase di coltivazione si svilupperà sulla quasi totalità dell'area interessata dall'ampliamento della concessione mineraria, congiungendo il fronte di scavo nord-occidentale (cantiere Casentino) alla zona coltivata a est (cantieri S. Barbara). Nel complesso, verrà interessata durante il quinquennio una superficie fondiaria di circa 17 ha.

Saranno utilizzati nelle operazioni di coltivazione due distinti cantieri. Uno risulta la prosecuzione del cantiere Casentino, quello aperto durante la seconda fase nella porzione nord-occidentale, e la coltivazione procederà in fase discendente con gradonature a scarpata sub-verticale, partendo dal piazzale realizzato a quota 630 m s.l.m. fino a giungere a quota fondo scavo intermedia posta a 550 m s.l.m.

Nel procedere con l'abbassamento dei piazzali il tratto di viabilità realizzato durante la seconda fase dovrà essere gradualmente smantellato, in quanto investito dalle operazioni di coltivazione.

Verrà realizzata una nuova viabilità che si innesta a quota 530 m s.l.m. sulla viabilità esistente, e si sviluppa poi seguendo il confine dell'area di coltivazione. Per il tratto compreso tra 530 m s.l.m. e 550 m s.l.m. la viabilità risulta interna all'area destinata a coltivazione: nella configurazione finale, un tratto di strada si svilupperà sulla pedata di un gradone appositamente realizzato più ampio, mentre in questa fase si ha semplicemente un tratto di viabilità che, al quindicesimo anno, corre sul piazzale di fondo scavo a quota 530 m s.l.m.

Il secondo cantiere (denominato Etruria nel progetto di ampliamento Concessione 2009), verrà localizzato a quota 650 m s.l.m. in corrispondenza della sezione S10; in questo caso la coltivazione procederà in fase discendente con gradonature a scarpata con inclinazione a 28/29°, fino a giungere a quota fondo scavo intermedia posta a 550 m s.l.m.

Per raggiungere il secondo fronte di scavo (cantiere Etruria), verrà utilizzata la viabilità realizzata nella prima fase, che poi sarà gradualmente smantellata con il procedere degli sbancamenti e dell'avanzamento dei piazzali di coltivazione.

Il termine della III fase è previsto a 15 anni dall'inizio lavori, con una volumetria di scavo nel quinquennio stimata pari a 3.300.000 mc, e una produzione complessiva di materiale di scarto



valutata pari a 565.000 mc. Di questa volumetria, 139.000 mc circa saranno costituiti da terreno vegetale derivante dalla scopertura delle fasce di cappellaccio nei nuovi cantieri di coltivazione. Tutto il materiale sterile prodotto in questa fase verrà stoccato nel piazzale a quota 500 m s.l.m. (denominato cantiere S. Barbara nel progetto della Concessione 2009), iniziando la profilatura del rilevato addossato al fronte di scarpata Est. Il rilevato verrà realizzato per strati successivi, con il materiale sterile che verrà scaricato, disteso e compattato in strati che via via aumentano di spessore e permettono di alzarsi in quota. Al rilevato verrà conferita una pendenza media della scarpata di circa 24° e al termine della terza fase di coltivazione avrà raggiunto quota 520 m s.l.m. Il materiale vegetale verrà stoccato nell'area meridionale del medesimo piazzale, che non è interessata dalla realizzazione del rilevato.

A conclusione del quindicesimo anno sarà stato eseguito il ripristino definitivo sulla restante porzione della scarpata precedentemente descritta e sarà stato iniziato il ripristino della porzione nord-occidentale dell'area di coltivazione. In particolare sarà stato effettuato il ripristino ambientale su una porzione dei gradoni della scarpata Est, compresi tra quota 550 m s.l.m. e quota 500 m s.l.m., e su una porzione dei gradoni a Nord-Ovest tra quota 630 m s.l.m. e quota 560 m s.l.m., per una lunghezza complessiva di circa 1700 m di gradonatura.

Per le operazioni di ripristino ambientale durante la III fase si stima siano necessari circa 34.000 mc di cotico erboso e 89.000 mc di materiale sterile.

### **STOCCAGGIO DEL MATERIALE DI SCARTO CANTIERI A E B**

Lo stoccaggio del materiale di scarto (sia scotico che vegetale) proveniente dalle attività di sbancamento del cantiere B sarà in parte stoccato nelle aree individuate nella Tavola 4d del cantiere B, che corrispondono a quelle dei piazzali che al termine della Fase II erano a quota 500 m s.l.m. e che vengono rialzati fino a quota 520 m s.l.m. per una capacità di immagazzinamento pari a 565.000 mc.

Il materiale accumulato nell'"Anfiteatro" raggiungerà quota 504 m s.l.m. e si prevede complessivamente che il materiale stoccato nel cantiere A sarà di 639.247 mc (di cui 120.500 mc di sterile). Come già era previsto nel progetto di ampliamento del 2009, le volumetrie necessarie al ripristino ambientale e destinate alle opere pubbliche saranno prelevate dallo stoccaggio del cantiere A.

#### **3.5.4 Fase IV (dal 15° al 20° anno di coltivazione)**

La descrizione delle fasi è distinta tra cantiere A e cantiere B; per quest'ultimo vale quanto era già stato esposto nella Relazione Tecnica del progetto di ampliamento relativo alla Concessione del 2009.

## CANTIERE A

Le operazioni di sbancamento nell'area di cantiere A sono esaurite al termine della Fase III, pertanto le uniche operazioni che verranno eseguite consistono nel recupero delle quote di progetto riportate nelle tavole di progetto. In particolare:

- Le aree di scavo da quota 456 m slm a quota 445 m slm saranno riempite col materiale sterile fino a quota 456 m slm, di modo da consentire per gravità il deflusso delle acque meteoriche raccolte nell'area di coltivazione fino al punto di scarico a Nord a quota 454 m slm;
- il mezzo gradone da quota 456 m slm a quota 460 m slm sarà ripristinato. A tal fine risulta necessario l'impiego di circa 12.000 mc di materiale;
- il rilevato presente nella porzione sud del cantiere A sarà abbassato da quota 520 m slm fino a quota 504 m slm, al fine di conferire maggiore sicurezza dei riporti.

Al termine di queste operazioni, la morfologia nell'area Sud sarà caratterizzata dalla presenza di una morfologia terrazzata con piani a 504, 500 e 496 m slm a bassa pendenza.

## CANTIERE B

Durante l'ultimo quinquennio di coltivazione verrà raggiunto la sistemazione finale dell'area interessata dal progetto. La superficie fondiaria interessata dalla coltivazione risulta pari a circa 14 ha, e corrisponde alla zona Sud – Ovest dell'area di progetto.

In questa fase il piazzale, che era stato realizzato a quota 550 m s.l.m. alla fine del 15° anno, verrà coltivato per arrivare alla sistemazione finale che prevede un piazzale a quota 530 m s.l.m. nella porzione più a Ovest (cantiere Etruria) e un piazzale a quota 500 m s.l.m. nella porzione più a Est (cantiere S. Barbara). I due piazzali saranno separati da un argine roccioso naturale, costituito da materiale in posto, ampio mediamente 90 m in testa

Il piazzale posto a quota 500 m s.l.m., sarà mascherato da un argine naturale che avrà un'altezza di 20 metri rispetto al fondo miniera, in modo da nascondere alla vista l'ampiezza.

L'attacco del giacimento verrà condotto con almeno due cantieri distinti: la coltivazione procederà in fase discendente, con gradonature a scarpata sub-verticale, partendo dal piazzale realizzato a quota 550 m s.l.m. fino a giungere a quota fondo scavo posta a 530 m s.l.m.. Per quanto riguarda il cantiere situato più a Ovest (cantiere Etruria) lo sbancamento procederà con gradonature a scarpata con inclinazione di 28/29°, mentre, per quanto riguarda il cantiere situato più a Est (cantiere S. Barbara), partendo dal piazzale realizzato a quota 550 m s.l.m. fino a giungere a quota fondo scavo posta a 500 m s.l.m. Il gradone a quota 550 m s.l.m. verrà realizzato con una pedata più ampia della modalità standard: tale accorgimento risulta necessario al passaggio dei mezzi di trasporto da miniera (dumper). Nella configurazione finale, infatti, il tratto di viabilità che si

trova all'interno dell'area soggetta a estrazione, si svilupperà seguendo la morfologia ottenuta in seguito alla coltivazione: in particolare la strada supererà il dislivello tra quota 530 m s.l.m. e quota 550 m s.l.m. salendo sull'argine naturale creato a divisione dei due piazzali (cantiere Etruria e cantiere S. Barbara), dopodiché seguirà per un tratto l'andamento del gradone a quota 550 m s.l.m. sviluppandosi sulla pedata appositamente realizzata di ampiezza 22 m.

Il termine della IV fase è previsto a 20 anni dall'inizio lavori, con una volumetria di scavo nel quinquennio stimata pari a 3.000.000 mc, e una produzione complessiva di materiale di scarto valutata pari a 514.000 mc.

Di questa volumetria, 48.000 mc circa saranno costituiti da terreno vegetale derivante dalla scopertura delle fasce di cappellaccio.

A conclusione del ventesimo anno verrà completato il ripristino definitivo su tutta l'area oggetto di coltivazione.

Per quanto riguarda il materiale vegetale, verrà utilizzato per il ripristino sia il materiale stoccato nel cantiere A, sia quello stoccato durante la III fase nel piazzale a quota 500 m s.l.m. , pari a 139.000 mc, sia quello prodotto nella quarta fase, pari a 48.000 mc.

Il gradone posto a quota 550 m s.l.m. destinato al passaggio della viabilità di cantiere, una volta terminate le operazioni di scavo e ripristino su tutto il resto dell'area coltivata, verrà a sua volta rimodellato morfologicamente: la pedata di 22 m si ridurrà a 7 m, che vengono comunque lasciati per l'eventuale passaggio di mezzi di manutenzione

## **STOCCAGGIO MATERIALE DI SCARTO DEFINITIVO CANTIERI A E B**

Per quel che riguarda il cantiere A il materiale definitivamente sistemato all'interno del piazzale ricoprendo il cavo da quota da quota 445 m s.l.m. a 456 m s.l.m. è di circa 530.000 mc. Questo materiale proviene sia dal rilevato presente nella porzione sud del cantiere A (abbassato da quota 520 m s.l.m. fino a quota 504 m s.l.m.) sia dal terreno accumulato nell'"Anfiteatro", che da quota 504 m s.l.m. alla Fase III si riduce fino a una quota media di 500 m s.l.m. (quota massima 504 m s.l.m. - quota minima 496 m s.l.m. all'interno dell'area sistemata a gradoni).

Per quel che riguarda il cantiere B, tutto il materiale sterile prodotto in Fase IV verrà sistemato come rilevato nel piazzale a quota 500 m s.l.m. concludendo la profilatura del rilievo che si addossa alla scarpata Est.

Per le operazioni di ripristino ambientale durante la IV fase si stima siano necessari circa 290.000 mc di cotico erboso e 276.000 mc di materiale sterile.

Complessivamente il volume di sterile definitivamente sistemato all'interno delle aree di cantiere A e B è di circa 1.068.000 mc.

### 3.5.5 Riepilogo dei volumi

Si riporta infine una tabella riepilogativa dei volumi prima descritti.

	Scavo Cantiere A	Scavo Cantiere B	Scavo totale	Sterile+Vegetale	Vegetale totale prodotto	Materiale per opere pubbliche
	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
<b>FASE 1</b>	744 240	2 860 698	3 604 938	612 839	143 000	100 000
<b>FASE 2</b>	537 173	2 850 000	3 387 173	572 319	30 000	100 000
<b>FASE 3</b>	198 167	3 300 000	3 498 167	598 688	139 000	100 000
<b>FASE 4</b>	0	3 000 000	3 000 000	514 000	48 000	100 000

**Tabella 7** - Riepilogo dei volumi - prospetto A - riepilogo dei volumi prodotti

Nella tabella seguente si riporta il calcolo per la stima dei volumi che al termine di ogni fase occorre immagazzinare.

	RIPRISTINO CANTIERE A		RIPRISTINO CANTIERE B		STOCCAGGIO		
	Materiale sterile	Materiale vegetale	Materiale sterile	Materiale vegetale	Materiale sterile	Materiale vegetale	Totale materiale stoccaggio
	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
<b>FASE 1</b>	0	0	0	0	369 839	143 000	512 839
<b>FASE 2</b>	38 500	16 500	65 600	36 000	708 059	120 500	828 559
<b>FASE 3</b>	0	0	89 000	34 000	978 747	225 500	1 204 247
<b>FASE 4</b>	12 190	0	276 000	273 500	1 068 747	0	1 068 747

**Tabella 8** - Riepilogo dei volumi - prospetto B - calcolo del materiale da stoccare durante le attività di cantiere



## 4 REGIMAZIONE DELLE ACQUE

### 4.1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica illustra il progetto di regimazione delle acque superficiali per il progetto di coltivazione e recupero ambientale finalizzato al rinnovo della concessione mineraria di marna da cemento di Begliano – Rassina.

Per la localizzazione degli scavi e la loro evoluzione temporale si rimanda alla lettura dei precedenti paragrafi, in cui sono evidenziate le scelte progettuali e le varie fasi di coltivazione.

Le opere di regimazione delle acque sono rappresentate da canalette orizzontali e canalette verticali a sezione trapezia, dislocate in varie parti delle miniere e utilizzate per il convogliamento delle acque presso il Fosso Scannella in dispersione superficiale; sono inoltre stati previsti desabbiatori che permettono la chiarificazione delle acque prima dell'immissione nel ricettore finale.

I risultati raggiunti nella progettazione costituiscono, da un punto di vista quantitativo, la configurazione estrema del sistema di regimazione acque superficiali per l'area in esame, dato che è stato dimensionato per condizioni al contorno più restrittive di quelle attendibili.

In fase di coltivazione e recupero verranno valutati sul campo i reali apporti di acque superficiali oggetto di regimazione e l'effettivo contributo della fratturazione primaria e secondaria all'infiltrazione delle acque di pioggia. In base a queste valutazioni, a discrezione del Direttore di Miniera, potranno essere apportate, nel rispetto delle indicazioni di seguito esposte, alcune modifiche del sistema di regimazione delle acque del presente progetto, al fine di ottimizzarne l'efficienza.

Il dimensionamento delle opere idrauliche delle fasi I, II, III riprende quanto esposto al termine della quarta fase (la più gravosa in termini di portate liquide), restando così a favore di sicurezza.

La regimazione delle acque nel cantiere A comprende la presenza di un impianto di prima pioggia realizzato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dall'area impianti (comprendente l'area magazzini e l'area frantoio), a questo è affiancato un bacino di sedimentazione che raccoglie e chiarifica parte delle acque del cantiere A. La restante parte di acque meteoriche del cantiere A sarà trattata da un ulteriore bacino di sedimentazione che seguirà le fasi di escavazione progettato secondo le specifiche del progetto esecutivo "Piano di gestione delle acque meteoriche" a cui si rimanda per approfondimenti specifici (AUA di cui all'Autorizzazione Unica del SUAP dell'Unione dei Comuni Montani del Casentino n. 35/2017 del 06.04.2017 ed alla D.D. della Regione Toscana (Direzione Ambiente ed Energia – Settore Autorizzazioni Ambientali) n. 3397 del 24.03.2017).

Di seguito si riporta:



- **Cantiere A:**

- Il calcolo della portata ricadente nel bacino;
- La progettazione delle dimensioni degli elementi precedentemente descritti;
- La descrizione degli elementi di gestione delle acque meteoriche attualmente presenti.

- **Cantiere B:**

- Calcolo della portata ricadente nel bacino;
- La progettazione delle dimensioni degli elementi precedentemente descritti.

## 4.2 CANTIERE A: CALCOLO DELLA PORTATA

Le acque meteoriche del cantiere A sono suddivise in:

- Acque meteoriche di prima pioggia (AMPP) corrispondenti alle acque ricadenti nell'area impianti definite come "... *per ogni evento meteorico, precipitazione di cinque millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio ... si considerano eventi meteorici distinti quelli che si succedono a distanza di quarantotto ore*", necessitano di una separata linea di depurazione;
- Acque meteoriche dilavanti (AMD) corrispondenti alle acque ricadenti nella restante area del cantiere A e al volume eccedente delle acque di prima pioggia dell'area impianti gestite da due bacini di sedimentazione.

Le Acque meteoriche di prima pioggia (AMPP) dell'area impianti da gestire tramite apposita e separata linea di depurazione, sono calcolate come descritto di seguito:

- Superficie dell'area impianti (S): 12350 m<sup>2</sup>  
di cui:
  - › superficie area magazzino: 2350 m<sup>2</sup>;  
di cui
    - Superficie impermeabile<sup>1</sup> (S<sub>imp</sub>): 2350 m<sup>2</sup>;
  - › superficie area frantoio: 10000 m<sup>2</sup>;  
di cui
    - Superficie impermeabile (copertura e suolo area frantoio) (S<sub>imp</sub>): 1100 m<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> La superficie relativa all'area magazzino, allo stato attuale, è prevalentemente permeabile essendo costituita da piazzale sterrato, ai fini del dimensionamento tale superficie è considerata impermeabile in modo che, qualora le scelte aziendali prevedano una lastricatura dell'area, l'impianto di prima pioggia e le tubazioni afferenti allo stesso risultano dimensionate per sostenere il maggior apporto liquido.



- Superficie impermeabile (copertura e suolo impermeabile nastro trasportatore) ( $S_{imp}$ ): 2000 m<sup>2</sup>;
- Superficie permeabile (suolo di pertinenza area frantoio) ( $S_{per}$ ): 6900 m<sup>2</sup>
- Altezza d'acqua precipitata durante l'evento ( $h$ ): 5 mm
- Coefficiente di deflusso superfici lastricate od impermeabilizzate ( $\psi_{imp}$ ): 1.0
- Coefficiente di deflusso superfici permeabili ( $\psi_{per}$ ): 0.3

La portata  $Q$  da trattare è ottenuta considerando un'intensità di pioggia  $i$  calcolata a partire dalla definizione di AMPP:

$$i = 5 \text{ mm/m}^2 \text{ in } 15 \text{ min} = 5.55 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s per m}^2$$

e risulta pari a:

$$Q = (S \cdot \psi_{imp} + S \cdot \psi_{per}) \cdot i = \\ = (5450 \text{ m}^2 \cdot 1.0 + 6900 \text{ m}^2 \cdot 0.3) \cdot 5.55 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{per m}^2 = 0.042 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le Acque Meteoriche Dilavanti dell'area impianti e dell'area miniera sono raccolte tramite un sistema di canalette e tubazioni dimensionate a partire dalla determinazione della massima portata prevista per eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 200 anni.

L'intensità di precipitazione stimata a partire dalle LSPP valide per la stazione di Pollino, ritenuta quella maggiormente rappresentativa del sito in oggetto.

Intensità di pioggia per Tr 200 anni ( $i$ ): 90.66 mm/h

La portata afferente ad ogni singolo ramo del sistema di deflusso è calcolata in funzione delle caratteristiche morfologiche del bacino drenante l'area:

- Per l'area impianti, tra l'area magazzino e l'area frantoio, cautelativamente, la formula adottata è  $Q = i \cdot \text{Sup} \cdot \psi$  (con:  $i$  intensità di pioggia,  $\text{Sup}$  superficie afferente,  $\psi$  coefficiente di permeabilità) come precedentemente descritto;
- Per la restante area di cantiere, date le dimensioni dell'area, per definire la portata di picco afferente alle canalette di raccolta è stato impostato uno studio idrologico afflussi deflussi utilizzando il metodo SCS-CN con idrogramma istantaneo unitario, considerando una superficie permeabile con CN 80 e Lag-Time 20 minuti.

Il sistema di raccolta delle AMD è suddiviso a seconda se queste devono essere convogliate all'impianto di trattamento AMPP, oppure ai bacini di sedimentazione, tali sistemi di raccolta sono separati idraulicamente tramite dossi o pendenze divergenti del terreno.

Il sistema di raccolta si basa principalmente su canalette incise nel terreno a sezione trapezoidale e in tubazioni per gli attraversamenti delle piste di cantiere. Allo stesso modo le acque che non possono essere contaminate da quelle circostanti sono trasportate tramite condotte isolate.

Nel progetto esecutivo "Piano di gestione delle acque meteoriche" (a cui si rimanda) sono descritte nel dettaglio i calcoli delle portate, riepilogando, le portate massime calcolate sono:

- AMPP dell'area impianti gestite dall'impianto di prima pioggia  $Q=0.042 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- AMD dell'area impianti gestite da bacino di sedimentazione  $Q=0.310 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- AMD della restante area di cantiere A gestite da bacino di sedimentazione  $Q=0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ;

#### **4.3 CANTIERE A: DIMENSIONAMENTO CANALETTE E BACINI DI SEDIMENTAZIONE**

Le acque meteoriche (sia che siano AMPP o AMD) sono gestite tramite una serie di canalette a forma trapezoidale incisa nel terreno utili per convogliare le acque dei piazzali e trasferirle verso i bacini di decantazione. Le canalette seguiranno la morfologia del terreno impostando una pendenza di progetto tale da permettere il trasporto di una sufficiente portata di acqua meteorica. A questi si aggiungono condotte opportunamente dimensionate per attraversare le parti di piazzali sottoposte a transito di mezzi.

Per il dimensionamento delle canalette e delle tubazioni è stato fatto uso della formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:  $Q = \omega * k * R^{(2/3)} * i^{(1/2)}$  (con  $\omega$  sezione bagnata,  $k$  coefficiente di scabrezza,  $R$  raggio idraulico,  $i$  pendenza).

Un bacino di sedimentazione gestisce le acque dell'area impianti, l'altro la restante area di cantiere. Il primo bacino risulta realizzato e funzionante secondo quanto descritto nel progetto "Piano di Gestione delle acque meteoriche", mentre il secondo è realizzato in funzione delle fasi di escavazione del cantiere A, sempre rispettando il dimensionamento geometrico progettato.

Il bacino di sedimentazione che gestisce le acque dell'area impianti è stato dimensionato come segue.

La portata liquida in arrivo al bacino è dpari a  $0.310 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ipotizzando un sedimento con diametro medio ( $D$ ) pari a  $0.1 \text{ mm}$  e densità ( $\phi_m$ ) pari a  $2600 \text{ kg/m}^3$ , risulta una velocità di sedimentazione in acqua pari a:

$$v = 2 * (\phi_m - \phi_w) * g * (D/2)^2 / (9 * \mu) =$$

$$= 2 * (2600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) * 9.81 \text{ kgm/s}^2 * (0.05 * 10^{-3} \text{ m})^2 / (9 * 0.001 \text{ kg/ms}) = 0.009 \text{ m/s}$$



Data la portata come sopra calcolata ed ipotizzata una profondità media della depressione da realizzare per la sedimentazione delle acque dei piazzali pari a 1.50 m, si ha un tempo di sedimentazione minimo pari a:

$$T = 1.50 \text{ m} / 0.009 \text{ m/s} = 172 \text{ s} \approx 3 \text{ min}$$

Per garantire un tempo di residenza nelle vasche almeno pari a 3 min ed avere un sufficiente margine di sicurezza per permettere la decantazione del materiale solido, il tempo di residenza idraulica sarà almeno di 8 minuti, la depressione dovrà quindi avere una superficie complessiva almeno pari a **15.0 m x 8.0 m**.

$$T' = L / (V_{\text{transito}}) = 15.0 \text{ m} / [0.310 \text{ m}^3/\text{s} / (1.5 \text{ m} \times 8.0 \text{ m})] \approx 9 \text{ min}$$

Le dimensioni calcolate sono riferite alla quota fondo, considerando una pendenza delle sponde pari a 2:3, e considerando la superficie del pelo libero a 0.9 m dalla quota terreno, le dimensioni dello scavo a livello della superficie è **22.2 m x 15.4 m**.

Il bacino di sedimentazione che gestisce le acque dell'area impianti è stato dimensionato come segue.

La portata liquida in arrivo al bacino è pari a 0.9 m<sup>3</sup>/s.

Ipotizzando un sedimento con diametro medio (D) pari a 0.1 mm e densità ( $\varphi_m$ ) pari a 2600 kg/m<sup>3</sup>, risulta una velocità di sedimentazione in acqua pari a:

$$v = 2 * (\varphi_m - \varphi_w) * g * (D/2)^2 / (9 * \mu) =$$
$$= 2 * (2600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) * 9.81 \text{ kgm/s}^2 * (0.05 * 10^{-3} \text{ m})^2 / (9 * 0.001 \text{ kg/ms}) = 0.009 \text{ m/s}$$

Data la portata come sopra calcolata ed ipotizzata una profondità media della depressione da realizzare per la sedimentazione delle acque dei piazzali pari a 1.50 m, si ha un tempo di sedimentazione minimo pari a:

$$T = 1.50 \text{ m} / 0.009 \text{ m/s} = 172 \text{ s} \approx 3 \text{ min}$$

Per garantire un tempo di residenza nelle vasche almeno pari a 3 min ed avere un sufficiente margine di sicurezza per permettere la decantazione del materiale solido, il tempo di residenza idraulica sarà almeno di 8 minuti, la depressione dovrà quindi avere una superficie complessiva almeno pari a **40.0 m x 7.5 m**.

$$T' = L / (V_{\text{transito}}) = 40.0 \text{ m} / [0.9 \text{ m}^3/\text{s} / (1.5 \text{ m} \times 7.5 \text{ m})] \approx 8 \text{ min}$$

Le dimensioni calcolate sono riferite alla quota fondo, considerando una pendenza delle sponde pari a 2:3, e considerando la superficie del pelo libero a 0.7 m dalla quota terreno, le dimensioni dello scavo a livello della superficie è **46.6 m x 14.1 m**.



#### 4.4 CANTIERE A: OPERE PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE PRESENTI

Nell'area del cantiere A sono presenti opere per la gestione delle acque meteoriche così come descritte nel progetto esecutivo "Piano di gestione delle acque meteoriche", a cui si rimanda per una trattazione completa ed esaustiva. Di seguito sono elencate le opere principali e le loro funzionalità:

- Linea AMPP:
  - Area impianti (magazzini):
    - Perimetrazione dell'area magazzini tramite dosso in terra a bassa pendenza ( $h = 30 \text{ cm}$ ,  $b = 3 \text{ m}$ ) per evitare la contaminazione con le acque dell'adiacente piazzale;
    - Fossetta laterale (lato est) per la raccolta delle acque, collegata in un pozzetto di raccolta, da questo parte una tubazione posta al di sotto del dosso in terra, collegata ad una griglia che raccoglie le restanti acque dell'area magazzini, tutta l'acqua raccolta viene allontanata dall'area magazzini tramite una tubazione collegata all'impianto di prima pioggia;
    - Lievi modifiche morfologiche e livellamenti del terreno dell'area magazzini per favorire il deflusso delle acque verso i punti di raccolta (canaletta e griglia).
  - Area impianti (Frantoio):
    - Pozzetto di raccolta delle AMD dell'area di pertinenza del frantoio alla base della scarpata sud in adiacenza del muro in c.a., da cui parte una condotta per convogliare le acque all'interno del piazzale inferiore del frantoio;
    - Prolungamento della condotta di mandata della pompa che convoglia le acque dal piazzale inferiore del frantoio fino all'impianto di prima pioggia;
  - Impianto di prima pioggia:
    - Impianto di prima pioggia costituito da pozzetto bypass di arrivo, prima vasca di sedimentazione, valvola antiriflusso a galleggiante, seconda vasca di sedimentazione a sua volta costituita da due vani in serie, sistema di



pompaggio controllato da quadro elettrico, vasca di disoleatura, pozzetto di ispezione finale;

- Condotta di bypass che convoglia le acque di seconda pioggia dal pozzetto di arrivo al bacino di decantazione;
- Canaletta di allontanamento delle acque di prima pioggia trattate.

- Linea AMD

- Canalette incise nel terreno a sezione trapezoidale per regimare e convogliare le acque verso i bacini di decantazione;
- Tubazioni protette da solette in cls magro per l'attraversamento delle piste di cantiere;
- Modifiche morfologiche e livellamenti del terreno per favorire il deflusso delle acque verso le canalette;
- N. 2 bacini di sedimentazione per la decantazione delle AMD;
- Pozzetto d'ispezione per il controllo delle acque prima della reimmissione nel reticolo idrografico.

## 4.5 CANTIERE A: REGIMAZIONE NELLE OPERAZIONI DI SCAVO

Durante gli sbancamenti fino a quota 456 m slm lo smaltimento delle acque superficiali nel cantiere A avviene per gravità, attraverso la realizzazione di canalette.

Durante gli scavi da quota 456 m slm a quota 445 m slm le operazioni di sbancamento portano alla formazione di un cavo dal quale le acque possono essere conferite al recettore finale solo tramite realizzazione di sistema di pompaggio, necessario al superamento del dislivello geodetico prodotto.

Al termine del progetto di coltivazione (dopo 20 anni) le aree del piazzale saranno riportate a quota 456 m slm, proprio con l'obiettivo di garantire il deflusso delle acque per caduta.

## 4.6 CANTIERE B: CALCOLO DELLA PORTATA

Per la determinazione dei deflussi meteorici, si è fatto riferimento al modello cinematico, che si basa sull'assunzione che il periodo di ritorno T delle portate coincida con quello delle

precipitazioni.

La portata massima riferita ad una generica sezione della rete si ottiene per una durata di pioggia pari al tempo massimo di corrivazione del bacino sotteso, tramite la relazione:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot i$$

calcolata in metri cubi al secondo, dove

A rappresenta l'area d'influenza in m<sup>2</sup>

i rappresenta l'intensità di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione, calcolata utilizzando la curva di possibilità climatica con Tr=100 anni

$\varphi$  è il coefficiente d'afflusso.

#### - Determinazione del coefficiente d'afflusso

Il coefficiente d'afflusso è definito come il rapporto tra il volume di pioggia efficace ed il volume totale di precipitazione; esso dipende da molti fattori, alcuni intrinseci del bacino, quali il tipo di suolo presente, la presenza o meno di copertura vegetale, la pendenza, altri caratteristici dello specifico evento meteorologico, quali umidità iniziale del suolo e altezza di precipitazione.

Normalmente nella pratica ingegneristica si ammette che  $\varphi$  sia una costante del bacino, facendo riferimento ai valori che detto coefficiente può assumere in condizioni particolarmente svantaggiose.

Per il calcolo abbiamo fatto riferimento alla relazione proposta da Wisner e Ping (1983):

$$\varphi = 0.2 \cdot (1 - IMP) + 0.9 \cdot (IMP)$$

in cui IMP è la percentuale di superficie impermeabile (tetti, terrazzi, strade asfaltate).

Per il coefficiente d'impermeabilità abbiamo trovato in letteratura i seguenti valori:

TIPOLOGIA DEL TERRITORIO	COEFFICIENTE DI IMPERMEABILITA'
Costruzioni dense	0,8-0,7
Costruzioni spaziate	0,6-0,5
Zone a villini	0,35-0,25
Aree non edificate	0,2-0,15
<b>Giardini, parchi, boschi</b>	<b>0,10-0</b>

#### - Determinazione del tempo di corrivazione

Per il calcolo del tempo di corrivazione è stata utilizzata la formula di Giandotti:





$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_a}{0.8 \cdot \sqrt{z_m - z_0}}$$

dove:

$A_b$  = area bacino [kmq]

$L_a$  = lunghezza dell'asta principale del bacino [km]

$z_m$  = quota media del bacino [m.s.l.m.]

$z_0$  = quota della sezione di chiusura del bacino [m.s.l.m.]

#### - Intensità di pioggia

L'intensità di pioggia è definita come:

$$i = \frac{h(t)}{t}$$

Dove  $h(t)$  rappresenta il legame che intercorre tra l'altezza della precipitazione, la sua durata e la frequenza con cui tale altezza può presentarsi e si determina analizzando gli eventi piovosi della zona. Assegnato quindi un determinato tempo di ritorno ( assunto pari a 100 anni ), si ricava la curva di possibilità climatica, che esprime l'altezza d'acqua caduta in funzione della durata dell'evento meteorico.

I dati storici presi come riferimento per l'analisi degli eventi piovosi sono stati ricavati dal pluviometro situato a Bibbiena, disponibili sul sito [www.idropisa.it](http://www.idropisa.it).

Dall'analisi delle piogge sono state ricavate la curve di possibilità climatica, e sono stati individuati i parametri che ci permettono di ricavare  $h(t)$ .

$$h(t) = a \cdot t^n$$

Per  $Tr = 100$  anni abbiamo  $a = 53.63$   $n = 0.3748$

Riepilogando:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot i$$

con:

$$\varphi = 0.2 \cdot (1 - IMP) + 0.9 \cdot (IMP) = 0.2$$

avendo assunto  $IMP = 0$

$$i = a \cdot t_c^{(n-1)}$$

#### 4.6.1 Cantiere B: Dimensionamento delle canalette

Si descrive di seguito, in modo particolareggiato, la metodologia adottata per la progettazione del



sistema di regimazione acque nella quarta fase.

#### - Canalette IV fase

La progettazione delle canalette è stata eseguita suddividendo l'area oggetto dello scavo in tre sottobacini su ognuno insiste una canaletta che parte dalla quota massima e arriva al piazzale posto più in basso per poi finire a dispersione nel fosso Scannella, la canaletta è formata da alternanze di tratti verticali e orizzontali.

Del sottobacino individuata è stata determinate l'area, il perimetro la quota massima e minima, ed è stata individuata la lunghezza della canaletta, la quota massima e minima e la pendenza media. Attraverso questi parametri è stato trovato il tempo di corrivazione e la portata da smaltire, le dimensioni delle canalette a sezioni trapezie sono quelle che mi garantiscono lo smaltimento della portata massima affluente.

La portata che tali canalette a sezione trapezie riescono a smaltire è stata calcolata attraverso la formula di Chezy.

Formula di Chezy:  $Q = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} \cdot A$

dove:  $\chi$  = coefficienti di Chezy =  $\frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{R}$

R = raggio idraulico

i = pendenza del canale

Nella seguente tabella sono riportate i parametri per il dimensionamento e le dimensioni delle canalette:

BACINO	area	Perimetro	Quota massima	Quota minima	Tempo corrivazione	a	n	Q affluente
	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[s.l.m.]	[s.l.m.]	[minuti]			[m <sup>3</sup> /s]
TIPO A	100.000	1.500	590	500	25,88	53,63	0,3748	<b>0,504</b>
TIPO C	100.000	2.800	660	530	25	53,63	0,3748	<b>0,506</b>

CANALETTA	base minore	base maggiore	altezza	lunghezza	Pendenza media	Q smaltita
	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m <sup>3</sup> /s]
TIPO A	0,50	1,10	0,30	700	0,24	<b>0,717</b>
TIPO C	0,40	0,90	0,25	1.000	0,28	<b>0,775</b>

#### 4.6.2 Cantiere B: Dimensionamento dei desabbiatori

Il dimensionamento dei desabbiatori è stato condotto partendo sempre dalla suddivisione dell'area oggetto dell'intervento in fasi e nei relativi sottobacini, e in base alla portata affluente ai desabbiatori e alla legge di Stokes che regola la velocità di sedimentazione delle particelle sono state calcolate le dimensioni del manufatto che permettono la sedimentazione delle particelle presente nelle acque di scarico.

In base all'andamento delle fasi di scavo e alla sistemazione definitiva sono stati individuati tre tipologie di desabbiatori TIPO 1, TIPO 2; TIPO 3.

Nella progettazione dei manufatti abbiamo imposto il limite di altezza massima pari a 40 cm principalmente legata a ragioni di sicurezza del personale addetto ai lavori.

Nella tabella sono riportate le dimensioni dei manufatti:

DESABBIATORE	$\varphi_m$	$\varphi_w$	D	$\eta$	$V_s$	A	Q	V	B	L	H
	[Kg/m <sup>3</sup> ]	[Kg/m <sup>3</sup> ]	[mm]		[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[l/s]	[m]	[m]	[m]	[m]
TIPO 1	2.600	1.000	0,1	0,001	0,00872	<b>66,5</b>	550	0,008271	<b>7,00</b>	<b>19,00</b>	<b>0,40</b>
TIPO 2	2.600	1.000	0,1	0,001	0,00872	<b>30</b>	225	0,007500	<b>5,00</b>	<b>12,00</b>	<b>0,40</b>
TIPO 3	2.600	1.000	0,1	0,001	0,00872	<b>45</b>	425	0,008444	<b>6,00</b>	<b>15,00</b>	<b>0,40</b>

Le portate affluenti ai tre desabbiatori sono quelle calcolate per le canalette divise per due, in quanto come si vede dalla tavole in ogni sottobacino sono stati inseriti due desabbiatori in parallelo, questo ci permette di ridurre la loro altezza e quindi di restare sotto il tetto dei 40 cm.

Di seguito vengono esplicitate le formule utilizzate:

Legge di Stokes:

$$v = \frac{D^2 \cdot (\varphi_m - \varphi_w) \cdot g}{18 \cdot \eta}$$

v= velocità di sedimentazione;

D= diametro delle particelle disperse

$\varphi_m$  = densità del materiale componente i sedimenti

$\varphi_w$  = densità del materiale componente i sedimenti

g = accelerazione di gravità;

$\eta$  = viscosità cinematica

La dimensione (A=Area) del desabbiatore è stato individuato in modo che garantisce una velocità di sedimentazione maggiore rispetto alla velocità dell'acqua all'interno del manufatto calcolata come rapporto tra la portata affluente e l'area.

Le dimensioni del desabbiatore rispettano i rapporti tra le due dimensioni del manufatto solitamente usati per tali opere, ossia il rapporto tra L e H è pari a 1/25:

#### 4.6.3 Cantiere B: Opere idrauliche accessorie

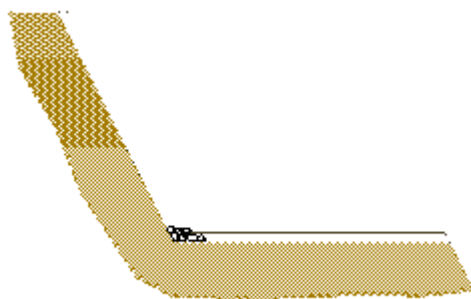
All'interno del cantiere sono previste due soluzioni tecniche accessorie al sistema di regimazione delle acque.

La prima riguarda la messa in opera di tubi tipo "Finsider" del diametro di 1000 mm, nei pressi dell'incrocio tra la viabilità di cantiere e la zona di smaltimento a dispersione superficiale delle acque di scarico verso il ricettore finale.

La seconda riguarda la messa in opera a discrezione della direzione lavori nella canaletta verticale di sistemi di dissipazione della velocità e di conseguenza dell'energia che nel tempo potrebbe portate ad una eccessiva erosione di tali canalette. La soluzione tecnica prevede la messa in opera, alla base dei tratti a forte pendenza delle canalette verticali, di massi di diametro non superiore alla profondità della canaletta per una lunghezza di circa due metri che permettono all'acqua proveniente da un tratto a forte pendenza di ridurre notevolmente la velocità, il successivo tratto orizzontale stabilizza la velocità a valori molto bassi prima di incontrare il successivo tratto a forte pendenza.

Questo accorgimento permette di ridurre notevolmente la velocità dell'acqua su ogni singolo gradone e globalmente alla base del canale verticale.

Di seguito è riportato una rappresentazione schematica del sistema di riduzione della velocità:



**Figura 13** - Schema sistemazione di riduzione della velocità

## 5 OPERATIVITÀ

### 5.1 MESSA IN OPERA DI RECINZIONE

Per quel che riguarda il **cantiere A**, è già presente idonea segnaletica di recinzione e cartellonistica di avvertimento.

Per quel che riguarda il **cantiere B**, man mano che procede la coltivazione, l'area interessata dalla fase di coltivazione dovrà essere delimitata attraverso la messa in opera di adeguata recinzione e di cartellonistica che avverta della presenza di area mineraria con scoppio mine.

### 5.2 VIABILITÀ

In ciascuna fase, come evidenziato dalle tavole di progetto, saranno realizzate viabilità di servizio specifiche per l'accesso alle quote stabilite dal progetto e pertanto si dovranno realizzare arroccamenti verso le parti della miniera individuata come fronte di attacco.

Le dimensioni della carreggiata saranno tali da permettere ai mezzi meccanici di giungere in corrispondenza dei gradoni da realizzare.

Le viabilità principale che trasportano il tout-venant dal fronte di scavo all'impianto di frantumazione, avranno una carreggiata di 15 m e saranno realizzate generalmente in scavo, con eventuali cordoli di protezione realizzati con massi e riporto. Le piste secondarie non dovranno avere larghezza della carreggiata inferiore a 8 m.

### 5.3 PREPARAZIONE DEL FRONTE DI SCAVO

Nel **cantiere B**, la prima operazione da realizzare una volta giunti alla quota di progetto, sarà la preparazione di un piazzale che permetta lo spazio di manovra dei mezzi meccanici, attraverso la scorticatura del "cappellaccio" costituito da terreno vegetale arbusti ed alberi.

La parte di terreno scorticato sarà accantonata nelle aree di stoccaggio definite dal progetto con lo scopo di essere adeguatamente riutilizzata per la fase di ripristino al termine dei 5 anni di lavoro necessari alla realizzazione delle gradonature e del piazzale previsti.

### 5.4 ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

La miniera di Begliano ha ormai raggiunto uno standard produttivo di primaria importanza sia per quantità che per qualità e viene quindi attribuita massima attenzione al ciclo produttivo che si articola in varie fasi di lavoro ben distinte e sottoposte a continue analisi di redditività.





È inoltre dedicato massimo interesse alla razionalizzazione delle varie attività, alla programmazione temporale delle diverse operazioni da eseguire e alla gestione di una logica operativa in cui le fasi possano essere condotte indipendentemente le une dalle altre.

Nella miniera Begliano, viene applicato un unico turno giornaliero, secondo il normale orario 8:00 – 12:00 e 13.00 – 17:30, sul normale arco settimanale di cinque giorni, dal lunedì al venerdì, integrato, laddove necessario, da eventuali ore di straordinario, fino al massimo previsto dalla legge.

#### 5.4.1 Sintesi delle fasi di lavoro

Dall'inizio dell'attuazione del progetto e per tutta la durata della coltivazione e del recupero saranno condotte le seguenti fasi operative:

- messa in opera di opportuni capisaldi di riferimento piano altimetrici.
- messa in opera della recinzione di cantiere di altezza pari a  $h=1,80\text{m}$ .

Le operazioni relative alle fasi di preparazione alla vera e propria coltivazione della miniera che verranno effettuate sono le seguenti:

- realizzazione delle strade di arroccamento e viabilità per accedere alle quote d'attacco dei fronti di scavo;
- preparazione del fronte di scavo tramite abbattimento degli alberi e scorticamento del primo metro di terreno
- accantonamento del terreno scorticato in area limitrofa appositamente destinata all'interno del perimetro di miniera recintato al fine di essere recuperato per le fasi di ripristino dei vari gradoni.

Le operazioni relative alle fasi di coltivazione vera e propria della miniera sono le seguenti:

- tracciamento volata e perforazione;
- carico e brillamento delle mine;
- ribattitura blocchi tramite martellone idraulico
- carico dell'abbattuto sui mezzi di trasporto di miniera (dumper);
- trasporto all'impianto di prima frantumazione;

Al termine della coltivazione del fronte di miniera previsto nella relativa fase progettuale, si procederà al ripristino ambientale attraverso la riprofilatura dei gradoni con il materiale proveniente dalla vagliatura del tout venant dell'impianto di prima frantumazione.

Le operazioni di ripristino sono di seguito sintetizzate:

- carico del materiale sterile proveniente dal sottovaglio di prima frantumazione nell'area dell'impianto stesso;
- trasporto del materiale verso i fronti di miniera esauriti;

- stendimento del materiale ;
- compattazione ad opera dei mezzi meccanici di miniera (esminieratori e dumper);
- profilatura delle scarpate;
- inerbimento delle stesse;
- realizzazione, laddove previste, delle canalette di scolo alla base delle scarpate.

## 5.5 CICLO PRODUTTIVO

### 5.5.1 *Tracciamento volata e Perforazione*

Prima di realizzare i fotri da mina viene tracciata sul piazzale preventivamente livellato, la maglia con indicazione dei punti da innesto per la perforatrice.

La perforazione oltre che a costituire il foro di alloggiamento delle mine, permette di individuare, tramite continue analisi chimiche delle polveri di perforazione, le parti di giacimento a basso titolo di  $\text{CaCO}_3$ .

L'operazione di perforazione viene effettuata con una martello perforatore montato su slitta di scorrimento che lavora a rotopercolazione idraulica ed avanza a distruzione di nucleo con l'ausilio di aria compressa per lo spurgo delle polveri generate che attraverso filtro di trattenimento vengono depositate accanto al foro e serviranno per il borraggio previsto.

Il diametro è di circa 89 mm e la profondità media di ciascun foro è di 10,3 metri dal piano campagna considerando che oltre la lunghezza prevista di 10 metri vengono effettuati almeno 30 centimetri di sottoperforazione.

Si utilizza una perforatrice ad aria compressa chiamata Wagon Drill modello F7 Atlas Copco di recentissima costruzione e quindi fornita delle più moderne tecnologie di supporto alla perforazione, nonché di cabina insonorizzata e di controllo computerizzato dell'avanzamento delle aste.

La macchina ha un caricatore in cui possono alloggiare n.9 aste di 3,60 metri di lunghezza, il martello è del tipo fuoriforo ed è provvisto di variatore di coppia e di punta a retro per una minore sollecitazione sulla batteria delle aste ed un più rapido e preciso disincaglio

La produttività è dell'ordine dei 50 mt/h

La macchina ha il compressore a bordo ed è capace di lavorare sia nelle in condizioni meteorologiche avverse che in terreni accidentati con una rumorosità al di sotto dei 100 db.

### 5.5.2 Sparo mine

Il brillamento delle mine avverrà secondo un calendario prestabilito ed evitando le ore che potrebbero recare disturbi agli abitati vicini sia sotto il profilo sonoro che vibratorio.

Lo sparo delle mine (brillamento) viene effettuato con una media di 54 eventi annuali per i quali è concessa una licenza di 750 kg di esplosivo brillabili per volata.

Le volate tipo (più mine che brillano in sequenza) è dimensionata per una produzione di circa 7350 m<sup>3</sup>, per i quali sono necessari circa 60 fori di 11 metri di profondità con maglia 3,5 x3,5.

Generalmente il brillamento delle mine è effettuato mediante 4 file di fori collegando in serie i detonatori elettrici; il ritardo tra l'esplosione di un foro e l'altro è di 30 millisecondi; i tempi impiegati secondo lo schema di utilizzo variano da 10 a 18.

L'innescio è alla bocca del foro con cordone di miccia detonante lungo il foro.

L'esplosivo utilizzato è di due tipi; la maggior parte pulverulento al nitrato di ammonio con velocità di detonazione di 3000 m/s mentre alla base del foro viene inserito un esplosivo del tipo slurries a più alta carica specifica e velocità di detonazione di circa 5800 m/s per migliorare la potenza e vincere la resistenza al taglio al piede del l'ammasso. Questo ultimo tipo di esplosivo è molto utile anche in presenza di acqua nel foro o simili condizioni di umidità.

Il diametro delle cartucce è 60 mm; la carica nel foro è spaziata in totale è di circa 10 kg; Il consumo specifico è di 47 gr/ton.

H fronte	m	10	Carica di fondo	kg	6,25
Lunghezza fori	m	11	Carica colonna	kg	6,25
Inclin. Fori	gradi	12	Carica totale	kg	12,5
Carico roccia	m	3,50	Consumo spec.	Gr/mc	200
Interasse fori o	m	3,50	H carica	m	5/6
Area per foro	mq	12,25	Borraggio	m	3
Volume roccia	mc	122,5	Spaziatura	m	2
Massa roccia	ton	275 ca.	Fattore riempim.	%	63
Diam perforaz.	Ø	85			
Diam esplosiv	Ø	60-70			

**Tabella 9** - Caratteristiche della sparata

### 5.5.3 *Smarino dell'abbattuto*

Il carico sui dumper, del materiale abbattuto attraverso il brillamento delle mine, viene effettuato tramite esminieratori a benna rovescia di notevole mole.

La produttività di queste macchine è di circa 600 ton orarie, il che consente nei tempi di attesa fra i vari carichi anche gli spostamenti sui vari livelli di coltivazione.

L'esminieratore si posiziona su un sottolivello alto 5 metri costruito sul materiale abbattuto in modo da avere la vista del cassone del camion da caricare e contemporaneamente poter controllare la parte più alta del fronte scoticando la parte fratturata dalle mine e lasciando la parete ben profilata e ripulita per la volata successiva

Contestualmente alle operazioni di carico viene effettuata la disgregazione del materiale a dimensioni troppo grandi per essere caricato sui dumper, attraverso l'utilizzo del "martellone idraulico" montato su macchina esminieratrice.

Tale macchina ha una produttività di circa 800 m<sup>3</sup>/giorno.

### 5.5.4 *Trasporto all'impianto di frantumazione*

Il ciclo del trasporto prevede un numero adeguato di Dumpers da miniera calcolato in modo da occupare alternativamente i tempi di carico trasporto scarico e ritorno senza intralci e senza raddoppi sia al momento del carico che allo scarico presso la tramoggia del frantoio. Tali mezzi hanno portate pari a circa 75 ton.

## 5.6 VIABILITÀ

L'accesso all'area di coltivazione del **cantiere A** è garantita dalla zona dei servizi tecnici, magazzini e impianti da una rampa attualmente esistente posizionata a Nord dell'area di progetto. Man mano che procede la coltivazione tale rampa viene allungata e accostata ai gradoni ed avrà larghezza non inferiore a 8.0 m fino al raggiungimento di quota 445 m s.l.m.

La viabilità di accesso al **cantiere B** è garantita dalla viabilità principale di cantiere collegata all'impianto di frantumazione primaria posto all'interno dell'attuale area di concessione mineraria. L'accesso all'area di coltivazione si troverà al limite Sud-Est, al fianco del rilievo che si trova all'interno dell'attuale area di concessione mineraria e su cui è stato effettuato ripristino ambientale, e che di fatto segna il limite Est tra la nuova e la vecchia area di coltivazione.

Da qui si svilupperanno i vari tratti di viabilità necessari a raggiungere i diversi cantieri; in particolare si avrà una viabilità che seguendo il confine Sud dell'area di coltivazione raggiunge il cantiere denominato 'Casentino' e una viabilità che si sviluppa con un percorso ad anello sul versante del rilievo per servire i cantieri denominati 'S.Barbara' e 'Etruria'.



I vari tratti di viabilità verranno, durante le diverse fasi di scavo, gradualmente realizzati e smantellati in relazione alla successione temporale dello stato di avanzamento dei cantieri, come indicato nelle tavole grafiche allegate al progetto di coltivazione.

Nella configurazione finale tutta la viabilità risulterà smantellata eccetto il tratto che si sviluppa seguendo il confine Sud dell'area di coltivazione, che verrà modificato adattandolo alla morfologia ottenuta in seguito alla coltivazione: in particolare la strada supererà il dislivello tra quota 530 m e quota 550 m s.l.m. salendo sull'argine naturale creato a divisione dei due piazzali (cantiere Etruria e cantiere S. Barbara), dopodiché seguirà per un tratto l'andamento del gradone a quota 550 m s.l.m. sviluppandosi sulla pedata appositamente realizzata di ampiezza 22 m.

A fine coltivazione sarà proprio questo tratto di viabilità ad essere utilizzato, con carreggiata ridotta a 8 m, per il passaggio di mezzi di manutenzione all'interno dell'area di coltivazione.

Tutta la viabilità di cantiere sia per il cantiere A che per il cantiere B è stata progettata con pendenze non superiori al 15 %; i tratti con pendenza vicino al 15% sono il più possibile limitati e sempre preceduti e seguiti da tratti con pendenze più blande per facilitare la salita e la discesa dei mezzi di cantiere.

Laddove è risultato necessario, per superare pendenze troppo elevate del versante, si ricorre a tornanti con raggio di curvatura minimo pari a 25 m, valore che garantisce manovrabilità e sicurezza ai mezzi utilizzati.

Per limitare le emissioni pulverulente legate alla circolazione dei mezzi sarà predisposto un impianto idraulico di irrorazione a pioggia temporizzato, il quale, umidificando le piste ed i piazzali, limiterà il sollevamento delle polveri.



## 6 CENNI AL PROGETTO DI RECUPERO

Viene di seguito fornita una descrizione del progetto di recupero ambientale; per i dettagli in merito si richiama comunque a quanto riportato nell'elaborato dedicato (D04\_Perizia e stima del progetto di sistemazione). Il recupero dell'area passerà attraverso tre azioni distinte:

1. **sistemazione morfologica ed idraulica:** riporto del materiale terroso derivante dalle attività estrattive per la profilatura definitiva dei gradoni ; creazione della viabilità di servizio; formazione del reticolo drenante. La sistemazione idraulica dovrà prevedere una particolare attenzione al miglioramento della rete drenante preesistente ed ove necessario con interventi per il rallentamento della velocità delle acque ;
2. **piantumazione, semina, sistemazione agraria e recupero paesaggistico:** al procedere dell'attività estrattiva avanzerà parallelamente la fase 1 ed in successione senza soluzioni di continuità, la parte relativa alla piantumazione, semina, sistemazione agraria per un recupero paesaggistico più efficace, soprattutto più rapido;
3. **controlli e diradamenti:** coltivazione degli impianti fino al raggiungimento della fase stabile delle superfici recuperate.

Il recupero ambientale procederà in parallelo alla coltivazione ed interesserà gradualmente le porzioni di giacimento esaurite .

In pratica mentre si coltiva il gradone inferiore , contestualmente si rimodella e si recupera a verde quello superiore; in tal modo , e denudando gradualmente le parti di bosco inferiori solo per le fasce di interesse dei successivi gradoni, si avrà una mitigazione degli impatti.

Il recupero risulta certo , efficace e costantemente monitorato.

Nell'analisi economica delle operazioni di ripristino verranno quindi distinte quattro differenti fasi che porteranno alla configurazione definitiva dell'area.

Come già accennato l'estensione complessiva è di circa 44,5 ettari che, alla fine del ventennio di utilizzazione e ripristino, saranno suddivisi in:

1. Terrazzi su roccia affiorante per complessivi Ha 25,2
2. Terrazzi su sedimento terroso per complessivi Ha 3,5
3. Aree pianeggianti su roccia per complessivi Ha 5,0
4. Aree pianeggianti su sedimento terroso per complessivi Ha 5,9
5. Terrazzi su roccia affiorante estesi per complessivi Ha 4,4

## 6.1 RISISTEMAZIONE MORFOLOGICA ED IDRAULICA

In seguito all'escavazione dell'area interessata dall'impianto ed all'attività che in esso sarà svolta, si avranno a disposizione dei volumi di terreno formati dal suolo originario e dai residui di lavorazione limosi e talvolta anche sabbiosi. Il riporto così ottenuto sarà ripartito nell'area fino ad arrivare alla quota prevista, aumentata di circa il 20% in previsione del futuro assestamento naturale.

Dal punto di vista agrario i terreni di riporto, ancor più se di natura limoso-argillosa, dovranno recuperare in tempi brevi la fauna e flora microbica che permettono di sviluppare un ambiente poroso e stabile, utile per il migliore sviluppo della flora di copertura.

Il limo non possiede automaticamente la tendenza a riunirsi in aggregati di particelle e, non potendo promuovere la formazione ed il mantenimento di una struttura, in condizioni di umidità questo fa sì che il substrato si presenti troppo plastico, mentre allo stato secco sia duro e compatto, formando croste superficiali che impediscono l'emergenza delle piantine ed il drenaggio dell'acqua.

L'argilla, d'altro canto, presenta una limitata permeabilità all'aria e all'acqua e per l'elevata coesione costituisce terreni poco porosi, per cui sarà necessario aggiungere sostanza organica per migliorare la stabilità di struttura degli aggregati di suolo, la penetrabilità per le radici, aumentando contemporaneamente la porosità.

Inoltre la parte organica, influenzando la struttura, diminuisce il dilavamento degli elementi nutritivi e li trasforma in complessi a lenta cessione, formando elementi chelati e complessi argillo-umici-calcarei, molto stabili.

Ciò nonostante, l'esperienza del progetto attuale insegna che il recupero vegetazionale potrà essere soddisfacente anche in assenza di troppo puntuali aggiunte di elementi nutritivi che occasionalmente consisteranno in concimi organici pellettati a medio contenuto di azoto, in miscela con paglia di cereali o residui di matrice vegetale.

Il primo di tali interventi consiste in un leggero livellamento al fine di assicurare un regolare deflusso delle acque meteoriche e non creare fenomeni di ruscellamento, deleteri in terreni non ancora consolidati e privi di manto vegetale. Ciò potrà essere rafforzato lavorando il terreno secondo le linee di livello in quanto tale sistema favorisce la percolazione verticale dell'acqua. In questo modo, inoltre, la velocità dell'acqua in superficie sarà attenuata evitando che possa asportare particelle del suolo e lisciviare elementi nutritivi.

Saranno quindi create delle fosse livellari, utili in special modo nei primi tempi, in assenza di copertura vegetale.

Le fosse livellari (scoline) perderanno con il tempo la loro funzionalità, migliorando nel contempo la lavorabilità, quando, con il consolidamento della copertura sia arboreo-arbustiva che erbacea, i pericoli iniziali saranno completamente rimossi.

Una particolare attenzione nella regimazione delle acque meteoriche sarà posta nelle scarpate di raccordo tra terrazzi ove la pendenza è tale che nessuna lavorazione superficiale potrebbe regolamentare i deflussi in eccesso. La formazione delle scarpate avverrà in due momenti successivi: dapprima verranno creati i gradoni nella roccia e sarà posizionata nel punto di incontro tra la direttrice verticale ed orizzontale – quest'ultima inclinata verso monte – una porzione di substrato inerte drenante con la funzione di far percolare le acque sino a contatto con la roccia sottostante per poi defluire nella fossetta posta alla base del pianoro. In seguito sarà collocato il terreno idoneo a formare realmente le scarpate ed utile alla futura collocazione delle essenze vegetali.

Nelle scarpate, in cui è maggiore il rischio di erosione superficiale (ad esempio nelle aree di tipologia 2) verranno inserite quelle piante arbustive (Eleagnus umbellata, Cornus stolonifera, Rosa canina, e, nella parte basale, Salix viminalis) in grado di svolgere la funzione antierosiva in collaborazione con la vegetazione erbacea.

## **6.2 PIANTUMAZIONE, SEMINA, SISTEMAZIONE AGRARIA E RECUPERO PAESAGGISTICO**

Grazie alle operazioni fino ad ora descritte i terreni saranno pronti per gli interventi finali: la piantumazione e la sistemazione agraria in senso stretto, ultime fasi del processo che mira al recupero del territorio sia dal punto di vista agricolo che paesaggistico, oltre che alla sua salvaguardia.

Le aree 2 e 4 su sedimenti, alcune zone dell'area 3 e le scarpate, saranno coltivate, a copertura del 100% della superficie, come i prati polifiti, avranno una copertura dello strato arbustivo dell'80%, lo strato arboreo sarà coperto non più del 30% con, nelle aree pianeggianti, in una aggiunta alle latifoglie, una piccola quota di conifere (*Pinus nigra* e *Cedrus libani*).

La scelta del prato polifita è dettata dalla necessità di ottenere una pronta risposta di copertura vegetazionale in attesa del futuro consolidamento del terreno. Infatti la presenza del prato diminuisce l'energia cinetica delle gocce delle acque meteoriche, ostacola il ruscellamento, aumenta la difesa dall'azione abrasiva-erosiva sulle particelle del suolo, migliora la struttura del suolo e quindi la velocità d'infiltrazione. Particolarmente efficaci, sotto quest'ultimo aspetto, sono quelle specie di graminacee che rinnovano ogni anno il loro apparato radicale (*Festuca*

arundinacea, Lolium perenne come anche cereali come Orzo e Segale con apparati radicali molto profondi).

Per la conservazione del suolo altri aspetti di vitale importanza sono la morfologia e la densità della parte aerea, la morfologia e lo sviluppo delle radici, il periodo dell'anno in cui il terreno rimane coperto e la durata di tale copertura.

E' evidente, visto il regime pluviometrico, che la migliore conservazione del suolo è data da vegetazione poliennale, in quanto l'azione di protezione si sviluppa nell'intero arco dell'anno.

Vi è inoltre da considerare che, nonostante gli effetti benefici di alcuni prati poliennali da vicenda (ad es. medica, che hanno durata nel tempo e parte epigea poco funzionale nel periodo invernale), nel caso di semina in purezza e non in consociazione tutti i vantaggi sino ad ora descritti sarebbero da considerare di minor portata.

Pertanto, dopo attenta osservazione del sito, le essenze scelte per la formazione dei prati polifiti (senza entrare nel particolare delle varietà viste) le continue evoluzioni genetiche nelle sementi sono essenze selezionate di Festuca arundinacea (15% circa), Loietto perenne (20%) e, in minor percentuale, Hordeum vulgare (10%), Secale cereale (10%), Festuca ovina (15%) e rubra (5%) insieme a Poa pratensis (10%), Lotus corniculatus (ginestrino), (8%), Hedysarum coronarium (Sulla, 3%), Trifolium repens (4%), in dose di Kg./Ha. 350-400 visto che il miscuglio ha maggiore presenza di Festuca e Loietto (basso numero di semi a grammo: 1000 e 500 circa rispettivamente).

La preferenza per il Loietto è derivata dall'emergenza ed attecchimento rapidi, anche se è da rilevare che in futuro tenderà a diminuire la sua presenza, a causa della minore resistenza alla siccità ed alla calura estiva rispetto alle altre specie ma non per questo però sarà minore il suo valore in relazione allo scopo per cui è previsto il prato.

Nella valutazione delle essenze erbacee da impiegare, oltre che la funzione della parte epigea, è stata presa in considerazione anche quella ipogea cercando di utilizzare essenze con apparato radicale rizomatoso e con ottima resistenza alla siccità estiva, nonché ai rigori invernali.

Le leguminose sono state scelte per la loro rusticità e migliore adattabilità sia ai suoli che alla consociazione con le graminacee, fatta eccezione, in parte, per il Trifolium repens.

Si prevede inoltre l'utilizzo di una piccola quantità di concime chimico-minerale ternario, con maggiore presenza di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. E' chiaro che sarà cura quantificare le dosi in seguito ai risultati delle analisi chimiche del terreno alla fine del rimodellamento delle superfici.

Il periodo di semina ottimale di tali prati sarebbe quello autunnale e primaverile, ma, considerata la necessità di ottenere un manto vegetazionale pronto, esso potrà variare e dipenderà dal periodo di risistemazione in cui si andrà ad operare.

Nelle altre aree il prato, come appena descritto, andrà in consociazione con le piante sia arboree che arbustive per aumentare la funzione protettiva del bosco nella conservazione del suolo non avendo ancora le essenze arboree un effetto coprente.

La scelta delle piante si è rivolta verso quelle che già fanno parte della vegetazione di zona, inserendo talvolta altre essenze per motivi tecnici, ingegneristici ed agronomici, nonché paesaggistici, con una alternanza che varia a seconda dei differenti parametri di stazione.

Il reinserimento delle piante arboree vedrà la predominanza di *Quercus robur* (30%) *Quercus cerris* (30% circa) in consociazione con il restante 40% composto da altre essenze come il *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Acer pseudoplatanus* e *Salix viminalis*. Per quanto riguarda in particolare le ultime tre specie, se ne prevede l'impianto nella parte sommitale di riporto che risulta più fresca e con un previsto franco di coltivazione maggiore.

La consociazione di più essenze arboree, cespugliose ed arbustive mira ad ottenere diversi obiettivi tecnico-economici: una minore competizione interindividuale, una diversificazione della popolazione, una semplificazione negli interventi colturali nei primi anni, una migliore conformazione dei fusti e minori rischi fitosanitari.

Per far sì che nel futuro bosco permanga la varietà vegetazionale e quindi non si verifichino fenomeni di dominanza, si ritiene opportuno collocare le diverse essenze a nuclei in modo che, anche nel caso un individuo prenda il sopravvento, la dominanza risulterà all'interno della stessa specie e non verrà meno la biodiversità.

Le piante a portamento cespuglioso e/o arbustivo, contribuiranno a favorire da un lato il consolidamento dei suoli, dall'altro il reinsediamento dell'avifauna mediante piante che siano idonee a fornire sia cibo che protezione. Si prevede la messa a dimora di piante come *Juniperus communis* ed *oxycedrus*, *Spartium junceum*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Corpus sanguinea* e qualche *Rosa canina*.

Per le zone pianeggianti su roccia con riporto di suolo (1, 3 e 5) è prevista una percentuale di copertura del piano arboreo dell'80-100%. Quella dello strato arbustivo non supererà il 45% di copertura totale. L'area 3, di estensione maggiore, con un'area di raccolta di acque di circa Ha 1,8 vedrà alcune differenze nella distribuzione delle specie. Verranno lasciate alcune radure per favorire lo sviluppo di fauna di passo e locale; per lo stesso motivo nell'area umida del laghetto, verranno immesse specie come *Phragmites communis* (canna di palude) ed *Arundo donax* (canna domestica). A causa quindi della presenza sia del laghetto che delle aree di radura, la copertura delle specie arboree, pur essendo dell'80 – 100% nelle aree piantumate, corrisponderà, se spalmata nell'intera unità, al 60% di presenza arborea totale.



### 6.3 CONTROLLI E DIRADAMENTI

Durante il periodo che porta al raggiungimento della fase stabile delle superfici recuperate è necessaria la sostituzione di quella quota di piante che non riuscirà a superare la fase critica iniziale ed operare ove necessario quei diradamenti nelle aree in cui si trovano in consociazione conifere (a rapido accrescimento, quindi molto protettive nelle prime fasi di sviluppo) e specie più pregiate ma più lente nella crescita.

Inoltre, nel tempo, sarà opportuna la ceduzione di quelle piante che si presenteranno con malformazioni o deperimenti mantenendo quelle che, per patrimonio genetico, avranno mostrato una maggiore rispondenza alla coltivazione in sito (tenendo presente che le piante che si andranno a piantare non saranno cultivar particolari, ma solo ecotipi locali o della provincia di Arezzo).

Si potranno avere anche ceduzioni per competitività spaziale, che costringeranno a diradamenti di tipo geometrico. In tal modo si otterranno valori di densità di piante con chiome che si toccano senza entrare in competitività negativa (densità colma), ottenendo così anche un recupero di energia rinnovabile che altrimenti andrebbe persa.

Il controllo dello sviluppo del bosco tramite la metodologia appena descritta permetterà un ritorno alla naturalità con il raggiungimento del climax in tempi più brevi anche se l'ambiente circostante potrà determinare alcune varianti al momento imprevedibili (funzione di matricine delle querce presenti).

Poiché la risistemazione deve tenere conto anche del fattore estetico, sarà opportuno piantare le file leggermente ondulate in modo da eliminare lo sgradevole ed innaturale allineamento degli alberi.

### 6.4 CRITERI DI SCELTA DELLE PIANTE

Visto il contesto paesistico, il suolo e la conformazione della futura morfologia di ripristino, per la buona riuscita del progetto si ritengono utili alcune precisazioni sulla tecnica d'impianto e sulle operazioni propedeutiche.

Una volta determinate le specie da inserire nel futuro imboschimento, in base alle considerazioni esposte, si dovrà tenere conto dei seguenti fattori:

1. Essendo le piantine destinate all'imboschimento allevate in vivaio, dovranno essere acquistate presso vivai autorizzati per la riproduzione di piante forestali, secondo la L.269/73, scegliendo ecotipi locali. La scelta delle piantine forestali originate da semi o da talee raccolti in popolamenti locali è dettata da un principio elementare: la possibilità di ottenere piante più idonee al sito e che evitino un possibile inquinamento genetico.

2. La scelta delle piantine sarà determinata da due fattori, uno economico ed uno qualitativo.

La scelta economica implica la decisione sul tipo di piantina da acquisire: se a radice nuda, in fitocella o in vaso. Nella scelta molta importanza riveste il periodo in cui si vuole impiantare e l'impostazione del futuro cantiere di lavoro. Certo è che la scelta delle piantine a radice nuda, di minore costo, deve essere fatta nel periodo della stasi vegetativa ed in assenza di terreno gelato, mentre quella di piantine in contenitore, anche se più onerosa, determina meno vincoli temporali e problemi nella manipolazione nonché minori attenzioni all'impianto. Si ricorda comunque che, talvolta, alcuni vivai allevano normalmente piantine a terra per abbattere i costi di vendita e che pertanto per assicurarsi la disponibilità di un certo numero di piante in vaso è opportuna una prenotazione anticipata.

La scelta qualitativa dovrà prendere in esame le seguenti caratteristiche delle piantine:

- a) età: 1 o 2 anni;
- b) altezza: cm.30-60;
- c) rapporto tra altezza e diametro al colletto: inferiore a 80;
- d) controllo della vigoria della gemma apicale;
- e) assenza di danni e di segni di malattie;
- f) radici funzionali (al taglio devono risultare di colore bianco);
- g) nelle piantine coltivate in contenitore l'apparato radicale non deve risultare deformato.

La descrizione della tecnica d'impianto parte dal presupposto che le piantine da acquistare siano in vaso in quanto l'uso di essenze vegetali a radice nuda implica l'utilizzo di mano d'opera più qualificata nel momento della messa a dimora.

Dopo aver preparato il terreno, effettuato la concimazione di fondo secondo i criteri precedentemente descritti ed avere posizionato delle canne indicatrici nel punto di dimora delle piante, si raccomanda il loro collocamento mediante l'ausilio di bastone trapiantatore il cui modello potrà essere scelto tra i vari tipi presenti in commercio. Dopo aver riaccostato la terra all'apparato ipogeo si ritiene utile la creazione di una concavità intorno al caule al fine di evitare la dispersione di possibili adacquature rendendo inutile tale pratica se dovesse essere necessario attuarla.



## 7 CONCLUSIONI

Il presente documento è redatto a supporto dell'Istanza di rinnovo della concessione mineraria di marna da cemento di "Begliano" e costituisce elaborato del progetto di coltivazione contenente descrizione dell'area d'intervento relativa ai due cantieri della miniera (cantiere A - progetto di coltivazione Concessione 1999 e cantiere B - progetto di coltivazione Concessione 2009), descrizione delle varie fasi del progetto di coltivazione, metodi di coltivazione, tempi e organizzazione delle fasi, tipologie e quantitativi di materiale da estrarre. Tali volumetrie sono di seguito riportate:

	Materiale estratto Cantiere A	Materiale estratto Cantiere B	Materiale estratto complessivamente	Materiale di scarto prodotto (sterile e vegetale)
	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]
<b>FASE 1 (5 anni)</b>	744 240	2 860 698	3 604 938	612 839
<b>FASE 2 (10 anni)</b>	537 173	2 850 000	3 387 173	572 319
<b>FASE 3 (15 anni)</b>	198 167	3 300 000	3 498 167	598 688
<b>FASE 4 (20 anni)</b>	0	3 000 000	3 000 000	514 000
<b>Totali</b>	<b>1 479 580</b>	<b>12 010 698</b>	<b>13 490 278</b>	<b>2 297 847</b>

Si è infine dato descrizione del progetto di ripristino ambientale dei gradoni esauriti delle due aree di cantiere individuate.

Arezzo, Febbraio 2019

Gruppo di progettazione

Il Direttore Tecnico

Geol. Massimiliano Rossi

Geol. Fabio Poggi

Ing. Gregorio Bartolucci

Ing. Davide Giovannuzzi

Collaboratori:

Ing. Mirko Frasconi

Geol. Laura Galmacci

Geol. Luca Berlingozzi

Geol. Gabriele Menchetti