Studio Associato di Geologia tecnica e ambientale - 16043 Chiavari (GE)

Committente:

Spett.le Ditta Cave di Frisolino S.r.l.

Via Frisolino, 130

16040 Ne (GE)

Progetto:

Variante al programma di coltivazione con accertamento di conformità per modifica dei fronti di scavo della cava di oficalcite (Rosso Antico e Verde Imperiale) denominata "Sopra la Fontana" in località Iscioli nel Comune di Ne (Provincia di Genova)

Oggetto elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

Decreto Ministero Infrastrutture 14.01.2008
Circ. Appl. Min. Infrastrutture 02.02.2009
Legge Regionale 05.04.2012 n. 12
Delibera Giunta Regionale 27.03.2015 n. 431



Revisione: 0
Descrizione: prima emissione
Data: 8 febbraio 2016
Identificazione: CD.64_07_2016

c.so Garibaldi 58/5 - 16043 Chiavari (GE)
tel./fax 0185/313910 - e-mail: geotecam@libero.it
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE - P.IVA n. 01046100994

ALLEGATO 1 – FIGURE E TABELLE

Figura n.	titolo
1	Inquadramento cartografico
2	Estratti cartografici P.d.B.
3	Carta geomorfologica (da Brandolini et al., 2005)
4	Carta geologico-geomorfologica
5	Carta di zonizzazione geologico-tecnica
6	Planimetria dell'area
7	Sezioni geologiche interpretative
8	Proiezione stereografica delle discontinuità e rose diagram

Tabella n.	titolo
1	Classificazione RMR di Bieniawski
2	Valori medi del GSI per ofioliti (da Marinos & Hoek, 2000)
3	Determinazione dei parametri caratteristici e di progetto (a.r.)
4	Definizione dei parametri sismici

ALLEGATO 2- ANALISI DI STABILITÀ

n.12 analisi

ALLEGATO 3 – ANALISI DI LABORATORIO

Carta di zonizzazione del giacimento

n.3 rapporti di prova anno 2004

n.5 rapporti di prova anno 2013 e verbale di campionamento

SOMMARIO

0.0. PREMESSA pag. 3

1.0. RIFERIMENTI NORMATIVI pag. 4

2.0 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO DI SISTEMAZIONE pag. 6

3.0. INQUADRAMENTO GEOLOGICO pag. 8

4.0. PROFILO GEOMORFOLOGICO pag. 9

5.0. PROFILO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO pag. 10

6.0. CONSIDERAZIONI MINERALOGICO-PETROGRAFICHE pag. 11
6.1. GENERALITÀ pag. 11
6.2. VALUTAZIONI RELATIVE AL CONTENUTO IN AMIANTO pag. 11

7.0. ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DELL'AREA pag. 14

8.0. STRATIGRAFIA E PARAMETRI MEDI DEI MATERIALI pag. 15
8.1. COPERTURA SCIOLTA pag. 15
8.2. SUBSTRATO ROCCIOO pag. 15

9.0 VERIFICHE DI STABILITÀ pag. 17

10.0 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO pag. 20
10.1. COLTIVAZIONE DEL GIACIMENTO pag. 21
10.2. DISCIPLINAMENTO DELLE ACQUE IN FASE ESTRATTIVA pag. 21
10.3. SISTEMAZIONE DEFINITIVA DELL'AREA pag. 22
10.4. DISCIPLINAMENTO DELLE ACQUE IN FASE DI SISTEMAZIONE pag. 23
10.5. IDONEITA' MATERIALI RICOMPOSIZIONE AMBIENTALE pag. 24

11.0. GIUDIZIO DI COMPATIBILITÀ E CONCLUSIONI pag. 25

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI pag. 26

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1 – FIGURE E TABELLE

Figura n.	titolo
1	Inquadramento cartografico
2	Estratti cartografici P.d.B.
3	Carta geomorfologica (da Brandolini et al., 2005)
4	Carta geologico-geomorfologica
5	Carta di zonizzazione geologico-tecnica
6	Planimetria dell'area
7	Sezioni geologiche interpretative
8	Proiezione stereografica delle discontinuità e rose diagram
Tabella n.	**titolo**
1	Classificazione RMR di Bieniawski
2	Valori medi del GSI per ofioliti (da Marinos & Hoek, 2000)
3	Determinazione dei parametri caratteristici e di progetto (a.r.)
4	Definizione dei parametri sismici

ALLEGATO 2- ANALISI DI STABILITÀ

n.12 analisi

ALLEGATO 3 – ANALISI DI LABORATORIO

Carta di zonizzazione del giacimento
n.3 rapporti di prova anno 2004
n.5 rapporti di prova anno 2013 e verbale di campionamento

0.0. PREMESSA

Su incarico della Ditta Cave di Frisolino S.r.l., con sede in via Rocche Località Frisolino, nel Comune di Ne, sono state effettuate le indagini geologiche sui terreni interessati dal progetto indicato a fronte, che prevede il completamento delle attività estrattive e le relative opere di sistemazione della cava di oficalcite (Rosso Antico e Verde Imperiale) denominata Sopra la Fontana, in località Iscioli nel Comune di Ne (Provincia di Genova).

Il rinnovo e la contestuale variante al programma di coltivazione è stato rilasciato alla ditta titolare con Decreto Dirigenziale n. 283 del 16 febbraio 2009.

In data 22 gennaio 2015 è stata trasmessa dalla R.L. un'Ordinanza di Sospensione per interventi di coltivazione effettuati in difformità al programma di coltivazione, a seguito del quale è stata prodotta, in data 02 febbraio 2015 dallo scrivente Studio Professionale una relazione geologica integrativa dell'elaborato tecnico preparato in data 17 marzo 2088, a corredo della prima variante al programma di coltivazione, contenente le verifiche di stabilità dei nuovi fronti realizzati in difformità rispetto a quanto autorizzato con D.G.R. 283/09.

Successivamente il Settore Attività estrattive della R.L. in sede di C.d.S. ha richiesto nuove integrazioni riferite in particolare all'aggiornamento grafico dello stato di fatto e dello stato di progetto e alla revisione eventuale delle relazioni prodotte nel 2008, a corredo della procedura autorizzativa del Progetto di Variante in allora presentato.

Il presente rapporto tecnico di carattere geologico costituisce pertanto una revisione della relazione geologica del 17 marzo 2008, alla luce del recente stato di fatto, aggiornato graficamente e dello stato di progetto conseguente alle modificazioni indotte al programma di coltivazione originario.

Si sottolinea che l'elaborato del 2008 è stato già oggetto di una prima revisione in data 10 luglio 2015 e necessita di ulteriore aggiornamento in quanto i profili topografici relativi alla fase di ricomposizione ambientale sono stati modificati in maniera sostanziale e si sono rese necessarie considerazioni aggiuntive e nuove verifiche di stabilità dei fronti di abbancamento.

Dal punto di vista geografico l'intervento è individuabile nella C.T.R. Foglio n.232064 *Frisolino* il cui stralcio è riportato nell'allegata corografia (ALL.1-FIGURA 1) ed è stato utilizzato per la redazione della cartografia tematica.

La prima parte del progetto, finalizzata al completamento dell'attività estrattiva mediante l'esecuzione di un approfondimento del piano di scavo, è in fase conclusiva: alcune modifiche nei profili di scavo effettuate in difformità sono conseguenti alla necessità di interrompere la coltivazione del giacimento nei settori interessati dalla presenza di Verde Imperiale, nel quale è stata rilevata la presenza di amianto fibroso in concentrazioni superiori a quelle consentite dalla normativa vigente; l'arretramento dei fronti rispetto al progetto autorizzato è, almeno in parte, conseguente allo sfruttamento intensivo del giacimento di Rosso Antico, nei settori non affetti da problematiche legate alla presenza di minerali amiantiferi.

La fase di ricomposizione ambientale, subordinata al completamento della fase di scavo, non è ad oggi ancora iniziata e comporta lavori di sistemazione finale del fronte attraverso la realizzazione di un adeguato profilo dei materiali abbancati e di opportuni sistemi di smaltimento delle acque.

In relazione alla fase di sistemazione finale è variata la sagomatura dei fronti di scavo, e sono state parzialmente confermate le modalità di abbancamento previste nel 2008.

Relativamente ai profili finali previsti nel processo di ricomposizione ambientale sono state adottate tecniche miste in cui si alternano piani presidiati da terre rinforzate, nel settore basale, con tecniche di abbancamento in scarpata continua spinte fino alla sommità del fronte.

In questo settore stati inseriti interventi di ingegneria naturalistica al fine di spezzare la continuità delle scarpate, prevedendo la creazione di due piani presidiati da palificate doppie in legname e una diffusa serie di palizzate semplici in legname.

Gli accertamenti geologici e geognostici finalizzati alla progettazione dei lavori in oggetto sono stati effettuati nel corso delle indagini svolte nel 2008, per cui il presente documento riprende i temi trattati in allora, proponendo alcuni approfondimenti indirizzati in particolare alle verifiche di stabilità dei nuovi fronti e dei profili di abbancamento finali.

In particolare le verifiche di stabilità dei fronti di scavo sono state concentrate sulle sezioni ritenute più significative B-B e D-D, mentre per la fase di ricomposizione sono state scelte le due sezioni contraddistinte dai profili di abbancamento più impegnativi (A-A e E-E).

In considerazione dell'incidenza delle opere sul terreno e delle condizioni generali della zona, la metodologia d'indagine adottata ha previsto, nell'ordine:

- ricognizione preliminare necessaria per verificare lo stato dei luoghi e raccogliere tutta la documentazione occorrente;
- ricerca bibliografica e consultazione di risultati di prove in sito eseguite in occasione di incarichi professionali in settori adiacenti a quello in esame (Canepa, 1991; Studio Associato di Geologia, 1997; Studio Associato di Geologia, 2008);
- consultazione della cartografia relativa al Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico (Ambito 16) ed esame degli studi geologici connessi al P.U.C. del Comune di Ne;
- esame di dettaglio del terreno al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche;
- acquisizione e verifica della documentazione prodotta nel 2008 alla luce dello stato di avanzamento della coltivazione del giacimento, con particolare riguardo alle condizioni di conservazione minero-petrografiche e geomeccaniche del materiale e alla valutazione delle caratteristiche geo-strutturali dello stesso, finalizzata all'identificazione della relativa classe di qualità;
- verifiche di stabilità dei fronti di scavo nella configurazione finale e del profilo di abbancamento previsto nell'ambito della fase di ricomposizione;
- rielaborazione di quanto emerso dalle indagini e redazione del presente rapporto preliminare.

1.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti indagini sono state condotte in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti a livello nazionale e regionale ed in particolare:

A. attività di cava

- Regio decreto 29 luglio 1927, n. 1443: *Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere [nel Regno]*. Il presente decreto è aggiornato e coordinato al d.lgs. 4 agosto1999, n.213;
- Legge 30 luglio 1990, n. 221: Gazz. Uff., 7 agosto 1990, n. 183 *Nuove norme per l'attuazione della politica mineraria*;
- Legge Regionale del 10/04/1979 n. 12: *Norme sulla disciplina della coltivazione di cave e torbiere (s.m.i.);*
- Legge Regionale del 30/12/1993 n. 63: *Disposizioni relative al rilascio di permesso di ricerca e all'esercizio di attività di cava e torbiera. Modificazioni ed integrazioni alla legge regionale 10 aprile 1979 n. 12;*
- Legge Regionale del 01/09/1995 n. 46: *Modifiche alla Legge regionale 30 dicembre 1993 n. 63 in materia di cave e torbiere. B.U.R.L. n.15 del 20 settembre 1995*;
- Legge Regionale 24 luglio 2001 n. 21:*"Disciplina delle varianti al Piano Territoriale Regionale delle attività di cava. Integrazioni e modifiche alle leggi regionali 10 aprile 1979 n. 12 (norme sulla disciplina della coltivazione di cave e torbiere), 22 gennaio 1999 n. 4 (norme in materia di foreste e assetto idrogeologico) e 21 giugno 1999 n. 18 (adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli Enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia)*";
- Legge regionale 05 aprile 2012 n. 12 e succ. mod. ed int.: "Testo unico sulla disciplina dell'attività estrattiva";
- Delibera Giunta Regionale n.141 del 05 febbraio 2010: "Modifiche alle *Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse* di cui alla D.G.R. n.141/2008;
- Delibera Giunta Regionale n.431 del 27 marzo 2015: "*Aggiornamento della D.G.R. n. 141 del 05 febbraio 2010"*.

B. norme tecniche

- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 14 gennaio 2008: "*Norme tecniche per le costruzioni"*
- Circolare applicativa 2 febbraio 2009 n. 617: *(istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008)*;

C. norme ambientali

- Decreto Legislativo 03 aprile 2006 n.152: "*Norme in materia ambientale"*
- Legge 09 agosto 2013 n. 98:
- Delibera Giunta Regionale 15 novembre 2013 n. 1423:"*Aggiornamento indirizzi operativi per la applicazione del regolamento Terre e rocce di scavo. D.M. 161/2012 e D.l. 69/2013*".

D. norme di pianificazione del territorio

- Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico (Ambito 16 – *T. Graveglia*) approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n.3 del 29 gennaio 2003; per l'area di stretto

intervento la carta della suscettività al dissesto classifica il territorio all'interno delle aree speciali (cave attive), ugualmente la carta del rischio geomorfologico; la carta della rete idrografica segnala nella zona d'interesse due corsi d'acqua di rilevanza idraulica (ALL.1-FIGURA 2);

- Come indicato nelle norme del Piano, art. 16 comma 6, nelle aree definite come classi speciali (cave attive, miniere attive e discariche in esercizio) vigono gli specifici Piani di settore.
- Con riferimento agli studi geologici a corredo del P.U.C. del Comune di Ne si osserva che il sito d'intervento è classificato come segue:

- Settore Sud della cava: rientra nelle aree di versante classificate B2, definite come *"aree con criticità puntuali e moderate, aree globalmente stabili con modesti fenomeni di instabilità puntuale"*.
- Settore Nord della cava: rientra nelle aree di versante classificate A2, definite come "*aree con criticità di livello elevato sia puntuali che diffuse,aree instabili per presenza di frane attive e/o fenomeni erosivi profondi*".

Le indagini in oggetto sono state svolte in conformità alla normativa geologico – idraulica relativa a tali aree.

2.0. CARATTERISTICHE DEL PROGETTO DI SISTEMAZIONE

La cava "Sopra la Fontana" in oggetto è censita nel Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava al n. 24 GE; in regime normativo tipo B, presenta un sistema di coltivazione a cielo aperto del tipo a gradoni, con tecniche d'abbattimento meccanico.

Il progetto prevede una fase di completamento dell'attività estrattiva mediante coltivazione del giacimento per sbassi successivi e una fase di sistemazione definitiva per ottenere un'adeguata morfologia mediante abbancamento di inerti e successivo recupero in termini vegetazionali dell'intera area di cava (ALL.1-FIGURA 6).

I singoli interventi saranno descritti nel prosieguo del presente rapporto; tuttavia è opportuno sottolineare fin d'ora che le due fasi di lavorazione risultano completamente distinte e le opere di abbancamento, riprofilatura e recupero vegetazionale inizieranno dopo la conclusione delle operazioni di scavo.

Il programma dei lavori è coerente con la classificazione della cava nel P.T.R.A.C. in quanto per le cave di tipo B è prevista la possibilità di realizzare opere di sistemazione.

Tale fattispecie è peraltro chiaramente indicata al comma 3 della delibera di autorizzazione alla prosecuzione della attività estrattiva, rilasciata con provvedimento della Giunta Regionale della Liguria n. 6880 del 23 dicembre 1987 (Prot. n.118828) e nella D.G.R. n. 283 del 16 febbraio 2009

In sintesi, nella fase finale di scavo il piazzale posto a quota media 447 m s.l.m., sarà ribassato fino alla quota di progetto autorizzata (442 m s.l.m.).

Come evidenziato in precedenza l'andamento dei fronti di scavo è condizionato dalla presenza nel giacimento di "Verde Imperiale".

La successiva fase prevede il graduale abbancamento mediante gradonature di materiali inerti, procedendo dalla quota di base a 442 m s.l.m. fino a raggiungere q. 505 m, dando continuità al profilo del versante soprastante.

Contestualmente alle attività di abbancamento si procederà al rinverdimento della porzione di rilevato eseguito e alla messa in opera di opportuni sistemi di disciplinamento e regimazione delle acque.

Il completamento delle operazioni di coltivazione del giacimento avviene interamente nei terreni di proprietà della ditta richiedente, entro i limiti della zona Ca del P.T.R.A.C.

Il materiale estratto dal punto di vista petrografico è classificato come "breccia ofiolitica" appartenente alla formazione delle "Oficalciti di Iscioli" mentre dal punto di vista merceologico è noto sul mercato come pietra ornamentale nelle due variazioni "rosso antico" e "verde imperiale" a seconda del cromatismo prevalente.

Le previste opere di sistemazione del fronte di cava non contemplano la possibilità di salvaguardare pareti su cui evidenziare le caratteristiche petromineralogiche del materiale in quanto:

nelle porzioni superiori del fronte il materiale è di scarso pregio, spesso molto degradato e talora interessato da sacche di alterazione, con conseguente argillificazione della componente felspatica;

la riprofilatura finale del fronte può avvenire in modo efficace solamente a seguito di operazioni di sistemazione progressive, senza interruzioni nella continuità nelle opere di abbancamento

Con riferimento al materiale oggetto di coltivazione, le analisi condotte su lastre prelevate in cava nel mese di novembre 2004 hanno evidenziato indici di rilascio nulli di fibre liberabili mediante sfregamento abrasivo e quindi, ai sensi del DM 14.05.1996, inquadrabili come *materiale non pericoloso*.

Le analisi macroscopiche e stereomicroscopiche effettuate successivamente dall'ARPAL nel mese di settembre 2007, nel corso delle attività di controllo e monitoraggio ambientale, non hanno evidenziato la presenza di minerali ad abito fibroso sulla superficie e nel detrito rilasciato spontaneamente dai campioni prelevati nella zona, ove è prevista la ripresa e il completamento dell'attività estrattiva.

Nell'ambito delle attività volte a determinare il contenuto in amianto sono state effettuate al SEM anche alcune analisi quantitative su una aliquota di ogni campione di roccia frantumata, rilevando la presenza di Crisotilo in due campioni SPC2 e SPC3 (*v. descrizione dettagliata nel testo e certificati di analisi allegati*).

In particolare nel campione SPC3 è stata superata la soglia dell'1% che pone un vincolo all'utilizzo del materiale estratto per operazioni di frantumazione.

Fatta salva la possibilità di operare ulteriori campionamenti si può asserire, alla luce dei risultati ottenuti, che relativamente al materiale estratto in blocchi non sussista il rischio amianto, mentre per quanto concerne la breccia derivata dalle attività estrattive non possono essere effettuate lavorazioni ulteriori quale materiale di frantoio ma è possibile un utilizzo nell'ambito del complesso estrattivo per opere di sistemazione e di drenaggio delle acque.

Per quanto riguarda lo schema di disciplinamento delle acque, come meglio esplicitato nei capitoli che seguono e nelle tavole progettuali, saranno realizzati in via provvisoria sistemi di raccolta e canalizzazione delle acque già durante la fase estrattiva, comprensivi di un sistema di raccolta e sedimentazione dei contributi idrici intercettati.

Successivamente è previsto uno schema generale di disciplinamento delle acque contestuale alla realizzazione delle opere di abbancamento e sistemazione definitiva che, oltre alla raccolta delle acque superficiali, conterrà sistemi di intercettazione delle acque di percolazione attraverso i materiali abbancati e un sistema di decantazione delle stesse prima della immissione verso le vie di defusso naturale.

Le opere idrauliche previste saranno rese definitive progressivamente durante le operazioni di abbancamento, secondo le fasi di lavorazione meglio esplicitate in seguito.

Anche le opere di sistemazione finale, compresi gli interventi di recupero vegetazionale, avverranno successivamente al completamento delle singole fasi previste.

Per il riempimento saranno utilizzati prevalentemente terreni naturali: per le terre da scavo provenienti dall'esterno del complesso estrattivo saranno indicate le provenienze.

Potranno essere abbancati materiali diversi purché idonei alla riqualificazione delle cave in quanto rientranti nell'elenco di cui alla D.G.R. n. 431 del 27/03/2015.

3.0. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La descrizione dell'assetto geologico-strutturale è definita, oltre che sulla base del rilevamento diretto di campagna, anche in funzione degli studi svolti in precedenza e con riferimento a note scientifiche (Servizio Geologico Italiano, 1970; Abbate et al., 1980; Brandolini et al., 2005; Robbiano et al., 2006; Brandolini et al., 2007).

Nell'area in esame affiorano Formazioni appartenenti all'Unità di Monte Porcile: schematicamente la successione stratigrafica, dall'alto verso il basso, è la seguente (ALL:1-FIGURA 3): Calcari a Calpionelle di M.Chiappozzo; Diaspri di M.Roccagrande; Brecce di M.Bianco e Iscioli; Basalti di Ponte Lagoscuro; Oficalciti di Iscioli; Gabbri di C.Moggia; Serpentiniti di M.Bossea.

I Calcari a Calpionelle occupano in larga parte il versante in sinistra orografica del *T. Graveglia* (*Costa Ventuin* e *Cianelle*), a N dell'area in esame, fino alla *Cresta del M.Bianco* che limita il bacino del *Rio Sagra*, affluente del *Graveglia*: sono rappresentati da strati medi e potenti di calcari micritici bianchi, con lenti selcifere e con subordinate intercalazioni di materiale argillitico, in particolare al passaggio con la sottostante Formazione dei Diaspri.

I Diaspri di M.Roccagrande occupano uno stretto lembo ad andamento sinuoso, circa parallelo alla *Cresta del M.Bianco*, a dividere le rocce ofiolitiche dai calcari. La Formazione, dal caratteristico colore rossastro, è costituita da livelli sottilmente stratificati e intensamente ripiegati di radiolariti rosse e verdi, con concentrazioni di minerali di manganese e livelli a peliti argilloso-silicee subordinate.

Le Brecce di M.Bianco e Iscioli interessano ridotte porzioni di versante a ridosso dei diaspri, localizzate in corrispondenza del nucleo di *C. Monte* e *Costa Bianca* a SE; nell'area in esame sono spesso mascherate da una potente copertura sciolta che interessa larga parte del versante sud-occidentale del *M.Bianco*; sono rappresentate da brecce di natura ofiolitica intercalate stratigraficamente con spessore variabile tra i diaspri e le serpentiniti, sono costituite da clasti di serpentinite, oficalcite, basalto e gabbro in matrici carbonatiche ma soprattutto serpentinitiche.

I Basalti di Ponte Lagoscuro affiorano in maniera limitata nel settore inferiore della *Valle di Iscioli* e a NE della *Costa Bianca*; una zona di affioramento si rileva all'interno dell'area di cava in contatto tettonico con le oficalciti, nel settore NW; sono rappresentati da

basalti a pillow lavas e brecce di pillow basaltici di colore grigio verde, meno frequenti sono i basalti massicci non osservabili nell'areale d'interesse.

Le Oficalciti di Iscioli, costituenti il giacimento oggetto di coltivazione, rappresentano masse isolate all'interno delle serpentiniti e sono oggetto da tempo di sfruttamento ai fini estrattivi; come meglio indicato nel seguito si osservano significativi spaccati lungo i fronti della cava in oggetto, sia nel settore a valle di *C. Monte* sia nelle cave in sponda sinistra del *Rio Sagra,* nella parte alta della *Valle di Iscioli*; sono rappresentate da serpentiniti brecciate con caratteristiche vene di calcite bianca con tonalità variabili dal rosa, per la presenza di ematite, al verde.

I Gabbri di C.Moggia sono presenti in modo frammentario nelle zone di affioramento delle brecce superiori come masse isolate e localizzate; sono costituiti da gabbri dall'aspetto laminato, spesso a grana grossa con cristalli di plagioclasio e di pirosseno.

Il dettaglio del rilevamento è riportato nell'ALL.1-FIGURA 4: si possono individuare le principali giaciture di strato e le dislocazioni tettoniche più significative, in particolare osservate all'interno dell'area di cava.

Tutta la serie è rovesciata e le formazioni affioranti in zona appartengono ad un unico fianco rovescio di una piega polifasata a grande scala, con asse in direzione NW-SE, di cui le ofioliti costituiscono il nucleo; il motivo strutturale individuato giustifica l'intenso stato di tettonizzazione delle Formazioni in esame, che si traduce in una fitta pieghettatura dei diaspri e nell'intensa laminazione delle rocce verdi.

L'assetto generale delle formazioni sedimentarie affioranti lungo la *Cresta del M.Bianco* presentano immersione verso E ed inclinazione variabile tra 30° e 50°.

4.0. PROFILO GEOMORFOLOGICO

L'area in esame, con esposizione prevalente verso W, è situata nella parte mediana del pendio che, dal crinale di *M.Bianco,* si sviluppa in direzione WSW verso il *Rio Sagra,* dove sorge il nucleo di *C.Iscioli.*

La porzione di versante in esame è caratterizzata da un'acclività medio-bassa nel settore inferiore, fino a q.525 m, ed elevata nel settore superiore fino al crinale spartiacque.

In generale, nelle zone circostanti l'area di cava sono presenti coperture sciolte di spessore potente, affiancate a settori caratterizzati da roccia affiorante e/o subaffiorante con coperture sottili, che hanno permesso l'attecchimento di alcune specie arbustive, in cui predominano i castagneti.

La zona di stretto intervento è caratterizzata da roccia denudata interessata da modesti fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento concentrato, connessi a due impluvi che definiscono le tracce di corrivazione (ALL.1-FIGURA 5).

L'ammasso roccioso in questi settori appare spesso alterato, a causa dei sistemi di fratturazione variamente intersecantisi e coniugati con linee di faglia.

Tale situazione ha innescato processi di degradazione meteorica che, associati al dilavamento provocato dalle acque di ruscellamento, determinano la formazione di sacche di materiale sciolto, di pezzatura decisamente grossolana.

In particolare, nel settore settentrionale del fronte di cava, a contatto con il piazzale, è presente una conoide di detrito, che appare alimentata in quota minoritaria dai prodotti di

detrizione che si formano a monte, a carico del substrato fratturato, e in percentuale prevalente dalle attività di coltivazione pregresse.

Complessivamente nello stato attuale il sito non mostra significative problematiche inerenti la stabilità del versante.

Si osserva un deposito di origine gravitativa in corrispondenza dell'impluvio posto a N, sviluppato all'interno della copertura sciolta; allo stato attuale sono state realizzate alcune opere di contenimento alla base, eseguite con massi e cls, che hanno permesso il recupero del fronte.

Da quanto emerso nella fase di analisi delle condizioni geologico-geomorfologiche, si ritiene che il progetto di variante al programma di coltivazione e sistemazione finale dell'area estrattiva sia in grado di contribuire positivamente in ordine alla sistemazione della parete rocciosa, specialmente nelle parti maggiormente degradate.

Il recupero dell'area, oltre a garantire un minore impatto in termini ambientali, attraverso la riprofilatura di un versante inciso dalle fasi estrattive pregresse, contribuisce in maniera essenziale alla messa in sicurezza di un'area di roccia esposta, in stato di abbandono, e localmente soggetta a fratturazione ed alterazione.

Le operazioni di scavo previste nella presente fase finale sono state limitate alle aree non interessate da problematiche di stabilità del fronte, mentre le attività di abbancamento coinvolgono tutto il complesso estrattivo al fine di favorire la massima estensione delle aree rivestite e la messa in sicurezza del comparto.

5.0. PROFILO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO

Lo schema dei deflussi superficiali nell'area in esame fa riferimento a due modesti impluvi che attraversano il complesso estrattivo, tributari in destra orografica del *Rio Sagra*, che drena le acque provenienti dal versante.

La cava risulta esposta lungo un tratto di versante che collega il crinale (*Cresta del M. Bianco*) con il fondo vallivo; nonostante la discreta estensione del complesso, il contributo idrico al di fuori dell'area estrattiva è limitato.

In condizioni di normale piovosità, nonostante tutte le vie di corrivazione abbiano subito alcuni interventi antropici più o meno intensi, che ne hanno parzialmente alterato l'andamento, l'area presenta regolare drenaggio delle acque di ruscellamento; durante gli eventi di maggiore intensità si possono verificare, tuttavia, fenomeni di ruscellamento e di locale erosione non incanalata, a causa dell'elevata acclività del fronte e dell'assenza di copertura sciolta.

Poiché il progetto prevede la sistemazione definitiva del complesso attraverso una riprofilatura del fronte ed il successivo riempimento, una delle problematiche da affrontarsi in sede progettuale è quella del disciplinamento delle acque superficiali che, in assenza di afflussi considerevoli provenienti dal versante a monte, dovrà essere orientato alla raccolta e allo smaltimento delle acque piovane, sia in fase estrattiva sia in fase di sistemazione finale.

Al completamento della fase estrattiva alla quota di base dello scavo è prevista la realizzazione di un sistema di drenaggio profondo delle acque, costituito da una struttura scatolare in c.a., munita di apposite feritoie e da materiale inerte granulare al contorno, in grado di raccogliere tutte le acque infiltratesi nel corpo in rilevato da realizzarsi e smaltirle nel sistema di canalizzazione principale, previa decantazione in apposita vasca.

Nello stato finale il rilevato sarà interessato nel settore centrale da un impluvio in grado di raccogliere sia le acque provenienti dal settore sommitale del fronte, sia le acque raccolte dal sistema di canalizzazione previsto lungo i piani di lavoro e lungo le scarpate.

Dal punto di vista idrogeologico, il substrato roccioso di natura ofiolitica, limitatamente permeabile in condizioni di integrità, è da ritenersi invece permeabile, almeno nei livelli superficiali, in considerazione del grado di fratturazione caratteristico.

Un particolare significato idrogeologico assumono le discontinuità tettoniche, che rappresentano vie di deflusso preferenziale; si deve ritenere infatti che l'acqua possa saturare le fratture in profondità e possa trovare vie di percolazione secondo i rapporti geometrici esistenti tra le discontinuità stesse.

6.0. CONSIDERAZIONI MINERALOGICO-PETROGRAFICHE

6.1. GENERALITÀ

Le Brecce ofiolitiche ("oficalciti") sono rocce clastiche, ovvero formate da frammenti di ofioliti di varie dimensioni (anche metriche), legati da una matrice costituita da elementi più fini (in genere di dimensioni variabili da quelle di una sabbia a quelle dell'argilla) e da un cemento di precipitazione chimica costituito da carbonato di calcio. Le soluzioni, prevalentemente acquose, ricche di sali minerali, che circolavano all'interno della massa rocciosa hanno causato processi di ossidazione dei minerali ferrosi (magnetite) presenti nei frammenti di roccia, determinando l'intensa colorazione rossastra dei clasti di serpentinite, della matrice e del cemento carbonatico.

Nell'areale della Val Graveglia le brecce ofiolitiche affiorano in prevalenza interposte tra serpentiniti/gabbri e basalti (brecce inferiori), oppure tra basalti e diaspri (brecce superiori).

Tra le brecce inferiori sono distinte la Breccia di M. Capra (frammenti di gabbro, basalto e serpentinite) e la Breccia di Case Boeno (frammenti e matrice prevalentemente serpentinitici), mentre tra le brecce superiori sono distinte la Breccia di M. Bianco (frammenti di serpentinite e basalto con matrice e cemento calcareo), la Breccia di M. Zenone (frammenti di gabbro ed in subordine di serpentinite con matrice della stessa natura) e la Breccia di Movea (frammenti di basalto, gabbro e serpentinite con matrice della stessa natura).

Le oficalciti che si osservano nelle cave dell'areale di Iscioli si differenziano da quelle presenti più a levante e conosciute con il nome di Rosso di Levanto, in quanto, oltre ai clasti di serpentiniti, sono presenti in minor misura, come accennato, frammenti di gabbri e di basalti.

Le brecce ofiolitiche, grazie al loro aspetto eterogeneo, con colorazioni variabili in funzione della natura dei frammenti e della frazione cementante, trovano impiego come pietra ornamentale, in alcuni casi anche di grande pregio (Cimmino et al., 2003).

6.2. VALUTAZIONI RELATIVE AL CONTENUTO IN AMIANTO

In data 12 novembre 1994 sono state effettuate dal laboratorio di analisi Envichek alcune analisi su lastre di Oficalcite provenienti da diversi settori dell'area di cava per verificare l'indice di rilascio del materiale, mediante prove di sfregamento abrasivo

rotazionale (D.M. 14.05.96); tali prove eseguite su 3 campioni hanno evidenziato la presenza di Calcite, Talco, Clinopirosseno, Ematite, Magnetite e Crisotilo e un indice di rilascio pari a zero (I.R.=0) definendo il materiale "non pericoloso" ai sensi del D.M. 14/05/1996 all.4 p.to B2.

Successivamente in data 11.09.2007 ARPAL ha effettuato un sopralluogo volto alle "attività di controllo e monitoraggio ambientale" previste dalla normativa regionale vigente, in materia di siti estrattivi a potenziale rischio amianto (L.R. 20/06).

I campioni prelevati sono stati analizzati macroscopicamente attraverso l'ausilio di un microscopio stereoscopico ed in seguito sottoposti ad analisi qualitative e quantitative presso il Laboratorio della stessa Agenzia al fine di ottenere la valutazione del contenuto in amianto secondo quanto definito dall'Allegato II del D.G.R. 20/12/96.

Le analisi macroscopiche e stereomicroscopiche non hanno evidenziato la presenza di minerali ad abito fibroso sulla superficie e nel detrito rilasciato spontaneamente dai campioni, ad eccezione del campione SPC4 (serpentinite cataclastica, prelevata nelle aree non destinate all'attività di scavo); esso presenta minerali ad abito fibroso in superficie e nel detrito, attribuiti dalle analisi qualitative effettuate al SEM alle specie mineralogiche del Crisotilo (definito "amianto" dalla normativa vigente) e dell'Antigorite. I minerali "pseudofibrosi" contenuti nelle fratture dei campioni SPC1 (oficalcite rossa) e SPC3 (oficalcite verde) sono stati attribuiti dalle analisi qualitative al SEM alle specie mineralogiche del Talco (SPC1) e dell'Antigorite (SPC3), minerali che non rientrano nell'elenco dei minerali definiti "amianto" dalla normativa vigente (D.Leg. n° 277 del 1991).

Le analisi quantitative, volte a determinare il contenuto in amianto, sono state effettuate al SEM su n°1 aliquota di ogni campione (roccia frantumata), seguendo le prescrizioni del D.M. 14/5/96; esse hanno rilevato la presenza di Crisotilo nei campioni SPC2 e SPC3:

- SPC2: 120-1000 mg/kg di Crisotilo
- SPC3: > 10000 mg/kg di Crisotilo

In base a tali risultati il campione SPC2 presenta valori inferiori allo 0,1%, attestando la non pericolosità del materiale, mentre il campione SPC3 supera la soglia dell'1% .

Ulteriori controlli si sono concentrati sull'esame delle vene e delle fratture del materiale estratto (blocchi), per la verifica della presenza di eventuali "cristallizzazioni ad amianto" sulla superficie, secondo quanto definito al punto B3 del D.M. 14.05.96. Il loro riempimento è risultato essere costituito da "Calcite prevalente e da subordinato Talco" e non è stata rilevata la presenza di minerali ad abito fibroso.

Sulla base di tali risultati è stato possibile asserire nel rapporto del marzo 2008 che l'estrazione del materiale in blocchi non presenta rischio per il contenuto in amianto riscontrato, mentre l'analisi effettuata su campioni di roccia frantumata pone alcune limitazioni di utilizzo: pertanto la "breccia" di risulta delle attività estrattive non è stata destinata alla frantumazione ma riutilizzata in cava per operazioni di sistemazione e per l'esecuzione di drenaggi sotterranei.

In tempi successivi, nell'anno 2012 è stata redatta dall'A.R.P.A.L. una relazione contenente gli esiti e le valutazioni finali dei controlli richiesti dalla ASL 4, comprensivi di campionamenti e analisi SEM al fine di valutare la presenza di amianto all'interno del sito

estrattivo (Cava Sopra la Fontana), nell'ambito del procedimento per l'Autorizzazione provinciale alle emissioni in atmosfera ai sensi dell'art. 269 del D.Lgs. 152/2006.

I tecini dell' A.R.P.A.L. anno effettuato una serie di controlli secondo il seguente programma:

• Sopralluogo in data 26.07.2012, nel corso del quale è stato eseguito il rilevamento geologico-strutturale del fronte di cava, ed un esame minero-petrografico in situ della parete e dei blocchi estratti, nonché il prelievo di campioni dal fronte estrattivo;
• Analisi macroscopica e stereomicroscopica dei campioni integrata da analisi SEM qualitativa delle fibre libere rilevate sulla superficie dei campioni;
• Analisi S.E.M. quali/quantitativa per la determinazione dell'amianto nella massa rocciosa e calcolo dell'Indice di Rilascio.

Sulla base delle osservazioni effettuate in situ sull'ammasso roccioso e in laboratorio sui campioni macroscopici (esame con microscopio stereoscopico e analisi qualitativa al S.E.M. sulla superficie dei campioni e analisi quali/quantitativa per la determinazione dell'amianto nella massa rocciosa e calcolo dell'Indice di Rilascio) è emerso che:

- le *Oficatciti* della varietà "Rosso *Levanto"* oggetto della attuale coltivazione e costituenti la porzione principale del fronte estrattivo, sono risultate non contenere minerali fibrosi in superficie: sono stati identificati al S.E.M minerali ad abito prismatico/lamellare sulla superficie dei campioni attribuibili alle specie della *Calcite* e *dell'Antigorite* con rari individui di *Talco;*
- le *Oficafciti* della varietà tipo *"Verde Polcevera"* sono risultate contenere minerali ad abito fibroso in superficie attribuibili alla specie del *Crisotilo,* classificato come amianto dalla normativa vigente; sono stati rilevati inoltre alcuni individui lamellari/fibrosi attribuibili alla specie *dell'Antigorite,* non classificata come Amianto dalla normativa vigente.

Poichè le *Oficalciti* della varietà tipo *"Verde Polcevera"* hanno fatto rilevare presenza di amianto, principalmente *Crisotilo,* sia in frattura che in massa (peraltro in coerenza con la natura delle rocce di diretta provenienza) mentre le *Oficalciti* "Rosso *Levanto"* non hanno fatto registrare presenza di amianto né in superficie né in massa (coerentemente con il processo di carbonatazione ed ematitizzazione delle Serpentiniti), nel documento prodotto dall'ARPAL sono state indicate alcune prescrizioni operative per l'attività di cava, fra le quali la principale consiste nella limitazione degli scavi della porzione del fronte interessata dalla presenza della varietà tipo "Verde Polcevera" alle sole esigenze di approfondimento del piano di cava e di profilatura del versante, ai fini della stabilità e sicurezza del fronte.

Sulla base di quanto sopra esposto nel febbraio 2013, per meglio definire le zone di coltivazione del giacimento, è stata elaborata una zonizzazione del giacimento con indicati i limiti delle zone caratterizzate dalla presenza di *"Oficalciti varietà Rosso di levanto"* delle *"Oficalciti con abbondanti relitti di Serpentiniti passanti ad Oficalciti Tipo verde di Levanto"* ed una zona di transizione fra le due litologie perimetrate (Allegato 3 Figura 1).

A completamento delle attività ambientali il 07.03.2013 sono state effettuate analisi chimiche su 5 campioni a cura del C.P.G. Lab di Cairo Montenotte: su due campioni è stato determinato il contenuto di amianto sul polverino di detrito ottenendo valori < a 1000 mg/Kg e quindi inferiori al limite normativo; su tre campioni di massi abbancati è stato determinato l'Indice di Rilascio ottenendo valori < a 0,05 (numero puro) anche in questo caso inferiore al limite normativo di tollerabilità. I certificati di prova sono trasmessi in allegato (Allegato 3).

7.0. ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DELL'AREA

L'accesso all'area estrattiva avviene da W con un breve tramite in terra dalla comunale per Case del Monte, un nucleo abitato posto a monte della cava.

L'area oggetto di studio è stata interessata nel corso delle indagini effettuate nel 2008 da un dettagliato rilevamento geologico-strutturale e mineralogico-petrografico al fine di individuare le diverse litologie affioranti e i principali sistemi di discontinuità presenti nel settore di scavo.

I rilievi effettuati a suo tempo e la cartografia prodotta in allora (ALL.1-FIGURA 5) sono riproposti in questa sede, anche se lo stato di fatto di partenza è radicalmente mutato a seguito dello sfruttamento del giacimento .

I litotipi principali individuati nel corso dello studio sono rappresentati da oficalci da poco a mediamente alterate e serpentiniti fratturate. Le oficalci si presentano da intensamente ossidate a debolmente ossidate; le prime sono caratterizzate da una colorazione rossa uniforme, mentre quelle parzialmente ossidate si distinguono per la colorazione verde-rossastra, connessa con la presenza di porzioni di roccia preservate dai fenomeni metasomatici di ossidazione.

Le oficalci con ossidazione da debole ad assente si presentano di colore verde intenso e si rilevano nei settori marginali dell'area di coltivazione.

Le serpentiniti, in contatto tettonico con le oficalci mediante una fascia cataclastica, sono intensamente fratturate e affiorano lungo il settore settentrionale dell'area di cava.

Il rilevamento geologico-strutturale ha inoltre evidenziato la presenza di faglie e giunti talora riuniti in set con spaziatura mai inferiore al metro e apertura da millimetrica a pluricentimetrica.

Le giaciture dei giunti e delle faglie sono state riportate su appositi stereogrammi (ALL.1-FIGURA 8), dall'analisi dei quali si può osservare una direzione prevalente NW-SE, coerente con la direzione dei principali lineamenti tettonici della Val Graveglia (Abbate et al., 1980) ed una secondaria con andamento E-W.

La zona a N, dove è presente un contatto di origine tettonica con i basalti, affioranti lungo il fronte di accesso al primo piazzale, è caratterizzato da pareti denudate con inclinazione intorno a 60° e fronti di cava verticali abbandonati da tempo dall'attività estrattiva, in cui si osservano fenomeni di alterazione e degradazione dei clasti inglobati nella breccia.

I settori che limitano l'area estrattiva sono distinti da coperture sciolte di spessore contenuto, parzialmente rimaneggiate, e riporto; in particolare a ridosso della strada comunale a W; le porzioni di crinale che limitano l'area a S e SW sono caratterizzate da affioramenti estesi di serpentiniti mediamente fratturate con coperture sciolte sottili.

Nell'area sono presenti alcune tracce di corrivazione, evidenziate in cartografia, che attraversano da SW a NE il comparto; lungo i fronti di cava a SE si osservano fenomeni di erosione concentrata con alterazione del substrato roccioso.

8.0. STRATIGRAFIA E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DEI MATERIALI

Il profilo stratigrafico proposto, desunto dal rilevamento di superficie, prevede, in sintesi, la presenza del substrato roccioso (oficalci rosse e verdi) in condizioni di affioramento lungo i fronti di scavo principali, sormontato da un orizzonte sciolto di natura eluvio-colluviale nei settori non direttamente interessati dall'attività estrattiva, mentre in corrispondenza del piazzale è presente un sottile livello di riporto, di scarsa rilevanza stratigrafica.

Tutti gli elementi emersi nel corso delle osservazioni hanno permesso di ricostruire quattro sezioni stratigrafiche rappresentative rispettivamente dello stato finale di scavo (sezioni BB-DD) e delle fasi di abbancamento (sezioni AA-EE), elaborate sulla base delle sezioni fornite dal Progettista e preparate al fine di consentire la comprensione dei rapporti geometrici esistenti tra i livelli descritti (ALL.1-FIGURE 7A-7B).

Sono di seguito attribuiti ai materiali individuati i parametri geotecnici e geomeccanici medi che potranno, comunque, essere convertiti nei valori caratteristici e di progetto per le analisi di stabilità agli stati limite e per la progettazione geotecnico-strutturale esecutiva riferita alla fase di ricomposizione.

8.1 COPERTURA SCIOLTA

Tale materiale è presente con uniformità solo nei settori marginali alla cava: lo spessore della coltre, variabile in funzione della sistemazione a fasce, varia fino a 4 m, mentre la granulometria è ben gradata; il terreno può essere descritto come sabbia limosa ghiaiosa e il relativo comportamento geotecnico non è facilmente riconducibile a una tipologia ben definita.

Stante le proprietà indice, il grado di rimaneggiamento subito e il coefficiente di permeabilità stimato tra 10^{-6} e 10^{-7} m/s, si ritiene più corretto assimilare questo materiale ad un mezzo a grana grossa; si può indicare una densità secca tra 15 kN/m^3 e 16 kN/m^3, mentre in condizioni naturali il peso di volume si attesta su valori tra 18 kN/m^3 e 19 kN/m^3. La densità relativa risulta medio-bassa, comunque crescente all'aumentare della tensione litostatica; per quanto attiene ai parametri meccanici, si può indicare un angolo di resistenza al taglio tra 30° e 32° e una coesione nulla.

8.2 SUBSTRATO ROCCIOSO

Allo scopo di ricostruire il quadro strutturale complessivo delle discontinuità dell'ammasso roccioso costituente il fronte di cava, è stato eseguito un dettagliato rilievo geomeccanico opportunamente "tarato" con le risultanze di rilievi effettuati sullo stesso litotipo in settori limitrofi a quello studiato e dei n.2 sondaggi geognostici ad asse orizzontale e carotaggio continuo, spinti fino a 10 m di profondità dal fronte di cava a ridosso del piazzale intermedio, eseguiti nel 2008 propedeuticamente alle fasi di coltivazione.

La presenza di questi diversi sistemi di fratturazione variamente orientati, tra i quali non è stato possibile riconoscere una sequenza temporale, comporta talora una certa scompaginazione dell'ammasso roccioso.

Sulla base della suddetta analisi strutturale, è fornita una classificazione dell'ammasso roccioso seguendo le raccomandazioni I.S.R.M.

Le caratteristiche dell'ammasso roccioso sono state valutate attraverso la classificazione tecnica di Bieniawski (1989) (ALL.1-TABELLA 1) e la più recente evoluzione della stessa, rappresentata dal Geological Strenght Index (GSI) di Hoek (2000) (ALL.1-TABELLA 2); tale metodologia, scelta per la semplicità e la rapidità di applicazione, si basa sul rilievo di sei parametri, la cui somma permette di suddividere gli ammassi rocciosi in altrettante cinque classi “di qualità”:

DESCRIZIONE PARAMETRO R.M.R.	CAMPO VALORI	METODOLOGIA ADOTTATA
R1 - RESISTENZA ROCCIA INTATTA	25-100 MPa	sclerometro e bibliografia
R2 - R.Q.D.	50-75%	sondaggi meccanici
R3 - SPAZIATURA DEI GIUNTI	0.6 - 2.0 m	diretto su affioramento - sondaggi meccanici
R4 - CONDIZIONI DEI GIUNTI	Persistenza elevata, apertura di qualche mm, giunti da legger. a rugosi senza riempimento o con materiale duro, da molto a moderat. alterato	diretto su affioramento -sondaggi meccanici
R5 - CONDIZIONI IDRAULICHE	presenza di umidità - bagnato	diretto su affioramento
R6 – ORIENTAZIONE DEI GIUNTI	ininfluente	diretto su affioramento

Per ciò che concerne l'indice generale di classificazione RMR (Rock Mass Rating), assegnati i valori a ciascun parametro, si ha:

$$\text{RMR base} = \text{BRMR} = R1+R2+R3+R4+R5 = 43\text{-}56$$

Con questi punteggi si ottiene un indice di qualità dell’ammasso discreto (classe III).

Il GSI di più recente definizione utilizza i primi quattro parametri della classificazione RMR e assegna un valore fisso all’influenza dell’acqua sulle discontinuità (15) secondo la seguente relazione:

$$GSI = (R1+R2+R3+R4+15)-5 = 45\text{-}56$$

La qualità dell’ammasso roccioso ottenuta è quindi confermata dai valori comuni del GSI secondo quanto riportato da Marinos e Hoek (2000): la Formazione in esame è assimilabile alle tipologia B indicate dagli Autori per rocce ofiolitiche (ALL.1-TABELLA 2).

In considerazione della geometria e dell’estensione dei fronti di scavo il comportamento meccanico dell’ammasso roccioso è stato assimilato a quello di un mezzo continuo equivalente stante la spaziatura tra i giunti più significativi e la presenza di tre o più famiglie sistematiche.

La resistenza alla compressione monoassiale è stata derivata da prove di laboratorio eseguite sulla stessa Formazione all’interno dell’ambito geologico-strutturale di riferimento che indicano, in accordo con le misure sclerometriche eseguite in sito, una resistenza media

alla compressione monoassiale del materiale roccioso tra 90 MPa e 100 MPa. Il peso di volume, definito su base bibliografica è compreso tra 26.5 kN/m^3 e 27.5 kN/m^3.

Le caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso possono essere calcolate adottando il procedimento empirico di Hoek-Brown (Hoek. E., 2000; Hoek E. et al., 2002) che prevede un inviluppo di rottura curvilineo, funzione degli sforzi principali a rottura (σ_1 e σ_3), della resistenza a compressione di matrice e del valore della costante m_i, che dipende dal tipo di roccia in esame. Sulla base dei parametri riportati in precedenza è possibile ricavare la seguente caratterizzazione geomeccanica media dell'ammasso roccioso:

- resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa (σ_c) = 90-100 MPa;
- G.S.I.= 45-56;
- costante m_i =25±5;
- fattore di disturbo (D)= 0.8;
- "modulus ratio" (MR) = 350±100 (HOEK & DIEDERICHS, 2005);
- peso di volume del materiale roccia (γ) = 26.5 -27.5 kN/m^3.

In particolare nelle elaborazioni di calcolo si è ritenuto ragionevole introdurre un fattore di disturbo (D) = 0.8 in considerazione dell'influenza indotta dall'attività di coltivazione sulle caratteristiche fisico-meccaniche intrinseche dell'ammasso roccioso.

Variando nell'apposito programma di calcolo (RocLab 1.031,2007) i valori di G.S.I. (45-56) e di resistenza alla compressione monoassiale (90 MPa-100 MPa) riportati in precedenza entro il campo di tensione litostatica d'interesse progettuale (270 kPa-540 kPa) sono stati ricavati i seguenti range di valori:

- angolo di attrito: 56° - 64°;
- coesione: 200 kPa - 450 kPa;
- modulo di deformazione a.r.: 2100 MPa - 4700 MPa;

9.0 VERIFICHE DI STABILITÀ

In considerazione dei contenuti della presente istanza e delle disposizioni normative vigenti si è provveduto a un aggiornamento delle verifiche analitiche condotte nel 2008 attraverso l'esecuzione di specifiche analisi di stabilità globale sia del profilo finale dei fronti di cava (ALL.2 – FIGURE 1-4), sia dello stato di abbancamento previsto nell'ambito della ricomposizione ambientale dell'area di cava (ALL.2 – FIGURE 5-6).

Le verifiche di stabilità sullo stato finale di scavo sono state eseguite sulle sezioni BB e DD (ALL.1- FIGURA 7A) contraddistinte dalla geometria dei fronti più sfavorevole, utilizzando la modellazione geologica del sito descritta in precedenza.

In ottemperanza alle N.T.C. 2008 e relativa Circ. Appl. 617/2009, propedeuticamente alle analisi di stabilità si è provveduto all'elaborazione statistica della parametrizzazione media riportata al paragrafo 9.2, al fine di ricavare il valore caratteristico di ciascun parametro, tramite un'elaborazione dell'intera distribuzione dei dati d'interesse mediante una stima puntuale a carattere cautelativo (modello semi-probabilistico).

Tale stima è generalmente individuata da un basso percentile, calcolato sulla distribuzione del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite. Definire il valore

caratteristico significa, pertanto, scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite e adottare un valore, o stima, a favore della sicurezza.

Sulla base di quanto esposto in precedenza, per quanto riguarda il G.S.I. si è ritenuto opportuno, a titolo cautelativo, introdurre nel modello di calcolo il limite inferiore del range proposto (G.S.I. = 45) mentre per quanto riguarda la resistenza alla compressione monoassiale e il peso di volume è stato scelto un metodo in cui la derivazione del valore caratteristico è definita sulla probabilità calcolata del 5% che ci sia un valore inferiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite, introducendo per ciascun parametro il limite inferiore, superiore e il valore medio di ciascun range proposto in precedenza (ALL.1 - TABELLA 3).

La definizione dei parametri caratteristici è stata ottenuta ricorrendo alla seguente formulazione, valida nel caso di stime statistiche in presenza di dati d'ingresso numericamente ridotti:

$$Nk = Nm \pm 1{,}645*COV/\sqrt{n})$$

dove:

- Nm = valore medio del parametro;
- COV= coefficiente di variazione corrispondente al rapporto tra la deviazione standard della popolazione e la media della popolazione;
- n= numerosità del campione;

Le verifiche relative allo stato di ricomposizione eseguite sulle sezioni AA' e EE' (ALL:1-FIGURA 7B) sono state condotte introducendo nel modello di calcolo anche il materiale di riporto previsto per il raggiungimento della configurazione finale, assimilandolo a un mezzo granulare a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa con blocchi lapidei e utilizzando i valori dei parametri fisico-meccanici riportati nella relazione geologica del 2008, imponendo l'uguaglianza tra i valori medi (fm) e i valori caratteristici (fk), secondo il seguente schema:

- angolo di resistenza al taglio (fi_k) = 35°
- peso di volume naturale (γ_k) = 18 kN/m^3;

Le verifiche agli S.L.U. (in condizioni statiche e dinamiche) sono state effettuate secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2 + M2 + R2) dove:

- A2 = 1.0 (carico permanente sfavorevole di tipo strutturale), assumendo che il terreno contribuisca al comportamento dell'opera con le sue caratteristiche di peso, resistenza e rigidità (Tabella 6.2.I);
- M2 = 1.25 (tangente angolo di resistenza al taglio); 1.25 (coesione efficace); 1.0 (peso di volume); 1.6 (resistenza alla compressione monoassiale) -Tabella 6.2.II;
- R2 = 1.1 (Tabella 6.8.1).

I parametri di progetto dei materiali utilizzati nelle verifiche sono stati derivati riducendo i valori geotecnici caratteristici con il rispettivo coefficiente M2.

I valori ottenuti sono riportati nelle tabelle sottostanti, scegliendo per il peso di volume dell'ammasso roccioso il limite superiore, ritenuto più cautelativo in ragione delle finalità delle presenti verifiche:

1) RIPORTO

Valori	Angolo di attrito (°)	Coesione (kPa)	Peso di volume (kN/m^3)
caratteristici	35	0	18
progetto	29.26	0	18

2) SUBSTRATO ROCCIOSO

Valori	Peso di volume (kN/m^3)	Res. alla compr. (MPa)	G.S.I.
Medio	27	95	45-56
Caratteristico	28.28	58.91	45
Progetto	28.28	36.82	45

Le verifiche sono state eseguite con un programma di calcolo all'equilibrio limite (SLIDE v. 5.044, 2010) utilizzando gli stessi metodi impiegati nella documentazione del 2008: Spencer e Morgenstern-Price per quanto riguarda le verifiche globali sui fronti di scavo e Bishop simplified e Jambu simplified per quanto riguarda le analisi riferite alla sistemazione finale. I primi sono validi per qualunque superficie di tipo non circolare e sono più collaudati per mezzi lapidei contraddistinti da superfici di rottura irregolari costituite dalla coniugazione di più famiglie di discontinuità, mentre i secondi sono validi per superfici circolari, più adatte a verifiche su materiali sciolti con comportamento granulare, come i riporti previsti nell'ambito della ricomposizione del sito.

Le analisi di stabilità sono state condotte con una maglia sufficientemente estesa per verificare tutti i possibili cerchi di scorrimento posti all'interno del versante e nell'ambito della fase di scavo sono state effettuate su tutti i fronti di cava (fronte est e ovest lungo la sezione BB e fronti nord e sud lungo la sezione DD). Le verifiche sono state eseguite sia in condizioni statiche sia introducendo successivamente l'azione sismica adottando i seguenti parametri:

- vita nominale: 50 anni;
- classe d'uso: I (presenza occasionale di persone);
- categoria di suolo di fondazione: A (Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs_{30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m);
- categoria topografica: T2;
- periodo di ritorno: 332 anni

Da cui sono stati ricavati i coefficienti Kh e Kv pari rispettivamente a 0.035 e 0.017 (ALL.1-TABELLA 4).

Le opere di contrasto in terre rinforzate previste a presidio dei terreni sciolti nella configurazione finale sono state simulate applicando una forza di ancoraggio di 15 kN/m^2, ritenuta sufficientemente cautelativa in rapporto alla tipologia di opere a progetto.

Tutti i risultati ottenuti sia sullo stato finale di scavo sia nella fase di ricomposizione sono riassunti nel prospetto sottostante, mentre le analisi di stabilità in forma grafica sono riportate nell'ALLEGATO 2.

Figura	***Sezione***	***Condizioni di verifica***	***Spencer***	***Morgenstern-Price***
		SCAVO FINALE		
1A	BB'	statica – Fronte Est	1.796	1.665
1B	BB'	dinamica – Fronte Est	1.547	1.544
2A	BB'	statica – Fronte Ovest	2.292	2.284
2B	BB'	dinamica – Fronte Ovest	2.183	2.169
3A	DD'	statica – Fronte Sud	2.477	2.477
3B	DD'	dinamica – Fronte Sud	2.329	2.332
4A	DD'	statica – Fronte Nord	3.448	3.444
4B	DD'	dinamica – Fronte Nord	3.240	3.235
		RIEMPIMENTO	***Bishop simpl***	***Jambu simpl.***
5A	AA'	statica	1.287	1.294
5B	AA'	dinamica	1.174	1.181
6A	EE'	statica	1.228	1.228
6B	EE'	dinamica	1.123	1.124

Gli accertamenti analitici condotti dimostrano che **le condizioni di stabilità globali del pendio sia nella configurazione finale di scavo sia nella fase di ricomposizione ambientale** sono soddisfatte con coefficienti di sicurezza, intesi come rapporto tra forze resistenti e forze agenti superiori al limite normativo (R2 = 1.1).

Per quanto riguarda eventuali instabilità locali, indotte dalla presenza di discontinuità significative o dalla coniugazione di più famiglie di fratture, allo stato attuale non sono state individuate lungo i fronti esposti condizioni d'instabilità incipienti tali da rendere necessaria l'esecuzione di specifici interventi di consolidamento.

Tuttavia, si ribadisce, concordemente a quanto riportato nella documentazione agli atti, la possibilità, durante le successive fasi di scavo previste per il raggiungimento dello stato finale di progetto, di eseguire interventi di messa in sicurezza attraverso il disgaggio delle porzioni ritenute instabili e l'eventuale consolidamento del fronte residuo. Si precisa, infine che tutte le potenziali instabilità sub-superficiali verranno in ogni caso risolte in via definitiva con il riempimento previsto nell'ambito della sistemazione finale della cava.

10.0 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

L'assetto definitivo dell'intero complesso estrattivo, è stato progettato prevedendo una fase di completamento dell'attività estrattiva e una fase di copertura del fronte e riprofilatura

definitiva attraverso l'abbancamento di terre naturali, in conformità a quanto indicato nel provvedimento della Giunta Regionale della Liguria n. 6880 del 23 dicembre 1987.

Le attività estrattive residue sono concentrate nel settore centrale dell'area di cava con ribassamento del piazzale di cava dalla quota attuale fino alla quota di base (442 m s.l.m.).

Alla quota di base dello scavo è prevista la realizzazione di un sistema di drenaggio profondo delle acque, costituito da una struttura scatolare in c.a., munita di apposite feritoie e da materiale inerte granulare al contorno, in grado di raccogliere tutte le acque infiltratesi nel corpo in rilevato da realizzarsi e smaltirle nel sistema di canalizzazione principale, previa decantazione in apposita vasca.

Le successive operazioni di abbancamento con sistemazione finale dei fronti comportano diverse fasi di riempimento da quota 442 a quota 505 m s.l.m. con contestuali opere di drenaggio delle acque profonde e superficiali e progressivo recupero vegetazionale.

Nello stato finale il rilevato sarà interessato da un impluivio centrale in grado di raccogliere sia le acque provenienti dal settore sommitale del fronte, sia le acque raccolte dal sistema di canalizzazione previsto lungo i piani di lavoro e lungo le scarpate.

10.1. COLTIVAZIONE DEL GIACIMENTO

Il metodo di coltivazione prescelto a livello progettuale ed esecutivo consiste in un ribassamento progressivo del fronte mediante coltivazione a trance orizzontali.

Per l'abbattimento dei fronti potrà essere utilizzato il metodo tradizionale di taglio mediante macchina tagliatrice sia per le porzioni di roccia destinate alla realizzazione di lastre di pietra ornamentale, sia per le porzioni di minor valore commerciale da utilizzare come blocchi da scogliera.

Il completamento dei lavori di coltivazione del giacimento è previsto contestualmente al raggiungimento del piano basale a quota 442 m s.l.m.

10.2. DISCIPLINAMENTO DELLE ACQUE IN FASE ESTRATTIVA

Come è stato sintetizzato in precedenza quando sarà avviata l'ultima fase di lavoro, che prevede la coltivazione del giacimento fino a fondo scavo, è stata prevista, contestualmente al procedere della fase estrattiva, la realizzazione, nel settore centrale, di un grosso collettore in grado di raccogliere e convogliare le acque di infiltrazione verso una vasca di sedimentazione ubicata a quote compatibili con la posa dello scatolare.

Il sistema è stato ideato nell'ottica di superare le criticità derivanti dalla corrivazione delle acque lungo il fronte di cava, sia per il completamento della fase estrattiva sia nel corso della fase di abbancamento, durante la quale l'impluvio superficiale, previsto al centro della struttura in rilevato non può raccogliere tutti i contributi provenienti da monte, ed evitare quindi accumuli idrici che impediscano di lavorare in condizioni ottimali,

Il collettore sarà realizzato conglomerato cementizio armato con sezione quadrata e lato di 2m; lungo la struttura saranno operate numerose feritoie per consentire il drenaggio delle acque. Lo scatolare sarà rivestito con materiale inerte grossolano per favorire il drenaggio delle acque di infiltrazione residue.

10.3. SISTEMAZIONE DEFINITIVA DELL'AREA

Una volta realizzati i lavori di coltivazione, sarà possibile dare avvio agli interventi di sistemazione finale dell'area, che si svilupperanno in una sequenza continua di lavori di abbancamento di materiali inerti, costituiti quasi esclusivamente da terre naturali provenienti da movimentazione terra sia nell'area di cava sia in cantieri edili limitrofi alla zona estrattiva.

Il riempimento si svilupperà dalla zona basale (442 m s.l.m.) fino al gradone sommitale, previsto a quota 505 m s.l.m.

I lavori di sistemazione finale del fronte avverranno procedendo dal basso verso l'alto attraverso il riempimento progressivo delle bancate e dei piani di lavoro e successiva compattazione con mezzi meccanici.

La sistemazione della porzione basale della cava, da quota 442 a quota 470 è prevista con una struttura a gradoni con una alzata pari a 5 m.

Nella configurazione di progetto l'azione di contenimento al piede di ogni scarpata sarà attuata attraverso strutture in terre rinforzate, che siano in grado di determinare un efficace contrasto al piede; è prevista una altezza media della parte presidiata pari a 3.00 m mentre la scarpata di raccordo con il gradone superiore presenterà un angolo di scarpa dell'ordine di 30° su un dislivello di 2 m.

Quali opere accessorie sono previste canalette di raccolta delle acque meteoriche lungo i gradoni e un canale scolmatore centrale con la funzione di convogliare tutte le acque intercettate dalle canalette stesse verso le vie di deflusso naturale.

I successivi interventi di ricomposizione ambientale da quota 470 a quota 505 sono previsti mediante la realizzazione di una scarpata di raccordo fra le due quote di riferimento.

Al fine di interrompere la continuità della scarpata e favorire l'intercettazione delle acque di ruscellamento superficiale sono stati previsti due piani intermedi presidiati da palificate doppie in legname di altezza pari a m. 2,00.

Lungo le scarpate di raccordo fra i vari piani è prevista la realizzazione di palizzate semplici in legname, per limitare i fenomeni erosivi superficiali e favorire l'attecchimento delle specie vegetali.

Complessivamente si possono distinguere alcune fasi di abbancamento così riassumibili:

- riempimento dello scavo basale da quota 442 m s.l.m. fino a quota 450 m s.l.m. con ricostituzione di un piazzale a tale quota;
- abbancamento dei materiali inerti da quota 450 m a quota 470 m s.l.m. con creazione di una struttura gradonata con piani presidiati da terre rinforzate, per complessivi 4 gradoni intermedi a quota rispettivamente 455, 460, 465 e 470 m s.l.m.;
- abbancamento dei materiali inerti con struttura a scarpata da quota 470 m a quota 485 e realizzazione a tale quota di una palificata doppia in legname di altezza pari a 2,0 m.;
- abbancamento dei materiali inerti con struttura a scarpata da quota 487 m a quota 495 m e realizzazione a tale quota di una palificata doppia in legname di altezza pari a 2,0 m.;

- abbancamento dei materiali inerti da quota 497 m a quota 505 m in corrispondenza della sommità della struttura in rilevato.

Contestualmente al procedere dei lavori di abbancamento ed al completamento dei singoli gradoni e delle scarpate sarà possibile iniziare ad intervenire progressivamente con l'impianto di idonea vegetazione erbacea ed arborea per la sistemazione finale dell'area.

Sulle scarpate non consolidate con terre rinforzate e sulle pedate dei gradoni sarà necessario distribuire uno spessore adeguato di terreno vegetale, che consenta la creazione di un migliore ambiente per l'insediamento, l'affrancamento e lo sviluppo degli apparati radicali delle essenze vegetali che verranno messe a dimora o seminate.

Le tecniche di recupero da porre in atto, descritte più dettagliatamente nell'allegato specifico, consistono sinteticamente nell'inerbimento e nella messa a dimora di essenze forestali idonee.

10.4. DISCIPLINAMENTO DELLE ACQUE IN FASE DI SISTEMAZIONE

Le opere di smaltimento previste nello schema generale dei deflussi artificiali consistono essenzialmente in un impluvio che attraverserà il corpo in rilevato, raccogliendo due vecchie tracce di corrivazione presenti a monte del complesso estrattivo.

Le caratteristiche di tale opera sono definite a livello cartografico nelle tavole di progetto e a livello di calcolo nella relazione idraulica allegata.

Sinteticamente si può riassumere quanto segue:

- a monte del rilevato sono previsti due fossi di guardia a quota media 310 m s.l.m. che confluiranno nello scolmatore centrale a quota 597 m circa s.l.m.;
- ciascun fosso presenterà una sezione debolmente trapezia con base minore 0,80 m base maggiore 1,20 m e altezza 1.30 m;
- i due fossi confluiranno in un unico canale scolmatore (impluvio) a sezione trapezia con base minore 2.00 m base maggiore 3.00 m e altezza variabile fra 1.50 m e 3,00 m;
- l'impluvio presenta un profilo a salti di fondo (per smorzamento energia) di raccordo fra le quote 507 e 444 m s.l.m. per poi immettersi previa decantazione in un tratto ribassato, nel cunettone di scarico esistente lungo la strada provinciale e quindi nelle vie di deflusso naturali.
- L'impluvio medesimo, ricostruito in blocchi naturali di cava, verrà impermeabilizzato con guaine al fine di limitare le infiltrazioni nel corpo del rilevato.

Al fine di limitare l'infiltrazione delle acque nel corpo in rilevato al termine delle operazioni di riempimento della fossa a quota 442 sarà predisposto su tutto il piano realizzato a quota 450 m uno strato di materiale inerte a granulometria finissima, argille o limi, avente funzione di impermeabilizzare la parte sommitale del corpo di accumulo temporaneo.

Una volta steso il materiale fine, dovranno essere disposti al di sopra dello strato impermeabilizzante almeno cinque tubi drenanti microfessurati, di diametro minimo 200 mm, ricoperti da telo non tessuto.

La stessa operazione dovrà essere ripetuta sui piazzali temporanei a quota 470 al tetto della struttura in terre rinforzate e a quota 485 alla base della palificata doppia in modo da ridurre l'infiltrazione nel sistema di drenaggio basale.

Tutti i tubi di drenaggio saranno collegati alle canalette di raccolta delle acque previste a diverse quote e convogliate verso il collettore centrale.

Il sistema di drenaggio sarà completato attraverso la realizzazione, nel settore basale, di un sistema di drenaggio profondo delle acque, costituito da una struttura scatolare in c.a., munita di apposite feritoie e da materiale inerte granulare al contorno, in grado di raccogliere le acque residue, infiltratesi nel corpo in rilevato da realizzarsi, e smaltirle nel sistema di canalizzazione principale, previa decantazione in apposita vasca.

10.5. IDONEITA' MATERIALI PER RICOMPOSIZIONE AMBIENTALE

Relativamente alla tipologia dei materiali da utilizzare in fase di ricomposizione ambientale occorre fare riferimento alle più recenti disposizioni emanate dalla R.L. Con D.G.R. N. 431 del 27/03/2015 ("Aggiornamento D.G.R. n. 141 del 5.2.2010 e s.m. recante Modifiche alle *Linee Guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse* di cui alla D.G.R. n. 141/2008").
Occorre sottolineare che secondo i più recenti indirizzi i rifiuti inerti, purchè presentino caratteristiche di compatibilità con le aree da recuperare e con le finalità previste dalle *Linee Guida*, costituiscono di norma materiali utili al miglioramento delle caratteristiche tecniche, anche a seguito di mescolamento con terre e rocce da scavo e rifiuti di estrazione. L'impiego di tali materiali ai fini ricompositivi dei siti di estrazione, anche abbandonati o dismessi, consente inoltre di evitare il conferimento degli stessi in discarica autorizzata.
Con la DGR è stata pertanto introdotta la possibilità di consentire ai fini ricompositivi dei siti di cava anche l'utilizzo di rifiuti inerti purchè presentino caratteristiche di compatibilità con le aree da recuperare, rispettino un adeguato profilo di sostenibilità ambientale, anche in ragione delle loro caratteristiche chimico-fisiche e perseguano nel complesso le finalità di recupero morfologico -ambientale previste dalle *Linee Guida.*
Le categorie tipologiche consentite ai soli fini ricompositivi dei siti di cava, fatte salve eventuali prescrizioni limitative in sede di autorizzazione sono le seguenti:
A. rifiuti di estrazione ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs n. 117/2008;
B. materiali da scavo sottoposti a regime di sottoprodotti di cui all'art. 184 bis del D.Lgs. n. 152/2006;
C. rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione costituiti da laterizi, intonaci e conglomerati di cemento armato e non ed in particolare: cemento (Cod. 170101), mattoni (Cod. 170102), mattonelle e ceramiche (Cod. 170103), miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche (Cod. 170107), rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione (Cod. 170904);
D. rifiuti di rocce provenienti da cave autorizzate ed in particolare: scarti di ghiaia e pietrisco (Cod. 010408), rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra (Cod. 010413);
E. pietrisco tolto d'opera ed in particolare: pietrisco per massicciate ferroviarie (Cod. 170508);
F. terre e rocce da scavo (Cod. 170504).
I rifiuti e i materiali da scavo dovranno essere compatibili con le caratteristiche chimico-fisiche, idrogeologiche e geomorfologiche delle aree da recuperare.

Il contenuto dei contaminanti dei rifiuti e dei materiali da scavo dovranno essere conformi alle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alla Tabella B dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006.
Qualora il contenuto dei metalli e semimetalli nei materiali da scavo ecceda le concentrazioni soglia di contaminazione occorre verificare la compatibilità geologica ed idrogeologica con le condizioni di fondo naturale del sito estrattivo.

11.0. GIUDIZIO DI COMPATIBILITÀ E CONCLUSIONI

In conclusione, dalle indagini svolte si può riassumere quanto segue:

- il sito d'intervento è rappresentato da una cava di oficalciti, coltivata a cielo aperto del tipo a gradoni, con tecniche d'abbattimento meccanico;
- l'ammasso roccioso in corrispondenza dei fronti di escavazione si presenta in buone condizioni di conservazione, in assenza di zone degradate e/o alterate particolarmente estese;
- non sono state rilevate condizioni di instabilità, come confermato dall'assenza di fenomeni di dissesto lungo i fronti di scavo, né episodi erosivi consistenti alla scala del versante;
- la stratigrafia del comparto può essere schematicamente descritta attraverso due livelli sovrapposti che presentano caratteristiche litotecniche ed idrogeologiche differenti: tutto l'ambito di versante, rimaneggiato a terrazzamenti, presenta una copertura sciolta di spessore medio sul basamento roccioso, che risulta affiorante e visibile lungo tutti i fronti di cava;
- gli accertamenti analitici condotti dimostrano che le condizioni di stabilità globali del pendio sia nella configurazione finale di scavo sia nella fase di ricomposizione ambientale sono soddisfatte con coefficienti di sicurezza superiori al limite normativo;
- si sottolinea come, comunque, i settori marginali a N e SE, maggiormente delicati dal punto di vista geologico-geomorfologico, non siano coinvolti nelle attività di scavo previste a progetto;
- l'intervento tende alla riqualificazione ambientale dell'area di cava mediante il completamento della coltivazione del giacimento e la ricomposizione ambientale mediante abbancamento di materiale inerte e riprofilatura del versante.

Si ritiene che le attività previste possano portare ad un graduale miglioramento del comparto sia in termini ambientali sia in termini di sicurezza, con la copertura dei fronti di cava e il rinverdimento dell'accumulo di inerti.

Chiavari, 08 febbraio 2016

Dott. Geol. Giacomo Canepa

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ABBATE E., BORTOLOTTI V., GALBIATI B., PRINCIPI G (1980) - Carta Geologica delle Ofioliti del Bargonasco e dell'alta val Graveglia. S.E.L.C.A. Ed., Firenze

BIENIAWSKI Z.T. (1989) - Engineering rock mass classification. J. Wiley & Sons Ed.

BRANDOLINI P., CANEPA G., FACCINI F., NICCHIA P., ROBBIANO A., TERRANOVA R. (2005) - Carta geomorfologica della Val Graveglia (Appennino Ligure) S.E.L.C.A. Ed., Firenze

BRANDOLINI P., CANEPA G., FACCINI F., ROBBIANO A., TERRANOVA R. (2007) – Geomorphological and geo-environmental features of the Graveglia valley (Ligurian Apennines, Italy). Geogr. Fis. Dinam. Quat., 30, 99-116.

CIMMINO F., FACCINI F., ROBBIANO A. (2003) - Stones and coloured marbles of Liguria in historical monuments. Per. Mineral., 73 (Special Issue 3: a showcase of the Italian research in applied petrology), 71-84.

CORTESOGNO L., GALBIATI B., PRINCIPI G. (1987) - Nota alla Carta Geologia delle Ofioliti del Bracco e ricostruzione della paleogeografia giurassico-cretacea - Ofioliti, 12(2),pp. 261-342

CORTESOGNO L., GALBIATI B., PRINCIPI G.(1979) - Descrizione dettagliata di alcuni caratteristici affioramenti di brecce serpentinitiche della Liguria orientale ed interpretazione in chiave geodinamica. Ofioliti, 6, 47-76

DECANDIA M., ELTER P. (1972) - Carta geologica della zona del Bracco nel settore fra Levanto e M. Zatta. L.A.C., Firenze.

FACCINI F. E ROBBIANO A. (2006) - Georisorse lapidee in Liguria: stato della pianificazione in rapporto alla sostenibilità ambientale delle attività estrattive. GEAM, 117, 25-32.

HOEK E. E BROWN E.T.. (1988) – The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update, 18° Canadian Rock Mech. Symposium, Toronto

HOEK E., CARRANZA-TORRES C., CORKUM B. (2002) - Hoek-Brown failure criterion - 2002 edition. Proc. North American Rock Mechanics Society meeting in Toronto in July 2002.

I.S.R.M. (1993) – Raccomandazioni ISMR sulle metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose. Rivista Italiana di Geotecnica n. 2/1993

MARINOS P. e HOEK E. (2000) - GSI: a geologically friendly tool for rock mass strenght estimation. GeoEng 2000, Melbourne.

PROVINCIA DI GENOVA – Area 06 Difesa del Suolo, Piani di Bacino ed Opere Ambientali (2002) - Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico (Ambito 16). Redatto ai sensi del comma 1 dell'art. 1 del D.L. 180/98 ("Decreto Sarno")

RIZZI G. (2002) - Studi geologici connessi al P.U.C.. del Comune di Ne.

ROBBIANO A., BRANDOLINI P., FACCINI F. (2006) – Valenza geoturistica delle attività estrattive nella val Graveglia (Appennino ligure). Volume speciale in onore del prof. R. Bernardi, Patron Ed., Bologna, 283-298.

ROCLAB v.1.031 (2007) - Rock mass strenght analysis. Software freeware Rockscience inc. Toronto (Can).

SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1970) - Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100000, F° 83 "Rapallo" 2° ed.

SLIDE v.5.021, (2007) - 2D limit equilibrium slope stability for soil and rock slopes Rockscience inc. Toronto (Can).

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE (2008) - Variante al Piano di coltivazione per la sistemazione definitiva della cava di oficalcite (Rosso Antico e Verde Imperiale) denominata Sopra la Fontana in località Iscioli nel Comune di Ne (Provincia di Genova)