CAVA MEI

COMUNE DI VADO L. - PROVINCIA DI SAVONA

Richiedente
MANTOBIT S.p.A. - SAVONA

VARIANTE AL PIANO DI COLTIVAZIONE

Autorizzato con D.D. n° 583 del 20.03.07
(Rinnovo autorizzazione D.G.R. n° 5086 del 29.10.93)

L.R. n° 12 del 5 aprile 2012 e s.m.i.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA E DI STABILITÀ

D.M.17.01.18





Novembre 2021

Geoteam
geotecnica territorio ambiente
geoteam@geoteam-sv.com
geoteam@pec.it
C. Viglienzoni 20-2 17100 Savona P.I. - C.F. 00913160099 Telef. 019 813831 - Fax 019 815970

INDICE

		Pagina
1.	Premessa	2
2.	Riferimenti autorizzativi attività Cava Mei	4
3.	Normativa	6
4.	Inquadramento territoriale	7
5.	Il Piano di Coltivazione autorizzato e l'attività estrattiva in atto	9
6.	La Variante al Piano di coltivazione in progetto	11
7.	Analisi del rischio idrogeologico	13
8.	Analisi del rischio sismico	14
9.	Terre e rocce da scavo	15
10.	Modello geologico e modello geotecnico	16
	10.1 Caratteri geologici	17
	10.2 Annotazioni petrografiche e geochimiche	19
	10.3 Tratti geomorfologici	22
	10.4 Carsismo	23
	10.5 Descrizione litotecnica e morfologica - Stato di progetto	24
	10.6 Aspetti idrogeologici	26
11.	Caratterizzazione geotecnica e geomeccanica	27
	11.1 Roccia	27
	11.2 Coperture in terra - stato attuale	31
	11.3 Coperture in terra - progetto	32
12.	Verifiche di stabilità	33
	12.1 Verifiche di stabilità in roccia	33
	12.2 Verifiche di stabilità degli abbancamenti	35
13.	Piano di Regimazione delle acque	36
14.	Ripristino alveo Rio Calcinara	37
15.	Considerazioni conclusive, prescrizioni e fattibilità dell'intervento	37
	ALLEGATI E TAVOLE fuori testo	39

1. Premessa

La Cava Mei, situata a monte della Frazione San Genesio in Comune di Vado Ligure, Prov. di Savona, è gestita da Mantobit S.p.A. con sede in Savona, Via Caravaggio s.n.

Vi si estrae materiale calcareo impiegato nella produzione di inerti per usi edili e stradali, nelle varie pezzature. La frantumazione e la lavorazione degli inerti avvengono negli impianti ubicati in cava.

I prodotti dell'estrazione, oltre ad essere venduti a terzi, sono destinati alla produzione di conglomerati cementizi e bituminosi, che ha luogo nella sede di Via Caravaggio, Savona, con certificazione di conformità e di controllo di produzione, oppure sono impiegati nella costruzione stradale in cantieri esterni.



Cava Mei - Panoramica

Il presente progetto di Variante al Piano di Coltivazione è redatto ai sensi della L.R. n°12 del 5 aprile 2012 « Testo unico sulla disciplina dell'attività estrattiva" ed è volto ad adeguare la coltivazione alle condizioni del giacimento ed a migliorare sostanzialmente la sistemazione rispetto a quella già prevista.

L'istanza di Variante è presentata da Mantobit S.p.A., in persona dell'Amministratore Unico Sig. Angelo Freccero.

Il programma dei lavori segue le *Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse* della Regione Liguria e le indicazioni del PTRAC Scheda di Progetto 04.SV 03 e Norme Tecniche di Attuazione del Piano (approvate con D.C.R. n°7 del 26.05.2020).

Come previsto dalle *Linee guida*, la Variante al Piano di Coltivazione affronta i vari temi ambientali, geologici, idraulici, forestali e pasaggistici, trattati nei rispettivi elaborati.

Il progetto ed i documenti a complemento sono a cura dei seguenti Professionisti e Studi professionali:

- *Praecisio S.r.l.s. Servizi in Topografia*
  Via Don Giovanni Bado n° 35 - 17027 Pietra Ligure (SV) - *Geom. Angelo Baroschi*;

- Studio Peroni s.r.l.
  Via Francesco Domenico Guerrazzi, 24/4 B - 16146 Genova - Dott. Lorenzo Solari, Dott. Marco Lisciotto;

- GEO.TE.AM. Geotecnica Territorio, Ambiente
  Corso Viglienzoni 20-2, 17100 Savona - Dott. Geol. Daniela Pattini (progettazione ed indagini geologiche) - Dott. Geol. Giuliano Antonielli (indagini geologiche) ;

- Studio Arch. L. Gambaro
  Viale delle Brigate Partigiane 16/5 A Scala Sinistra, 16129 Genova - Arch. Luca Gambaro

- Studio di ingegneria Ing. A. Patrone
  Via Recagno 2,16016 Cogoleto (GE) - Ing. Alberto Patrone;

- Studio Sanguineti
  Consulenza e progettazione eco agroforestale, P.zza Monticello 12/1, 17100 Savona - Dott. Forestale Giovanni Sanguineti - Dott. Forestale Andrea Sambado;

- Desmos Ingegneria Ambiente Energia s.r.l.
  Viale Bianca Maria 13 – 20122 Milano - Dott. Dalibor Cuk.

2. Riferimenti autorizzativi attività Cava Mei

Il Piano di Coltivazione della Cava Mei, sita in Comune di Vado Ligure, Prov. di Savona, è autorizzato con Decreto Dirigenziale n° 583 del 20.03.07, quale rinnovo dell'autorizzazione espressa con D.G.R. n° 5086 del 29.10.93 e relativa variante approvata con Decreto Dirigenziale n° 2658 del 19.09.08, ai sensi dell'art. 674 del D.P.R. 09.04.59, (modificato con nota Reg. Liguria Uff. Cave prot. PG/2009/7473 del 16.01.09) inerente al programma di stabilizzazione e messa in sicurezza della zona superiore destra del fronte di cava per Decreto Dirigenziale n° 2969 del 08.10.07, solitamente definita per brevità "Variante 2008". L'autorizzazione alla coltivazione comprende quella ai fini del Vincolo Idrogeologico (L.R. 4/99 e s.m.i.).

Con Decreto Dirigenziale n° 581 del 07.03.2014 del Settore Attività Estrattive della Regione Liguria è stata autorizzata la variante al programma ex L.R. 21/2001 comprensiva di alcuni interventi in parziale difformità.

Il *Provvedimento cautelativo ai sensi dell'art. 674 del D.P.R. 128/59 e dell'allegato 1 alla D.G.R. 1713/2013* relativamente ad un tratto della scarpata a monte del gradone a quota 225 m slm, nella sua porzione Sud Est, emesso da ASL - PSAL tra il dicembre 2016 e l'ottobre 2017 non ha comportato modifiche a quanto già autorizzato.

Le difformità evidenziate sul fronte in occasione delle verifiche per il rinnovo del contratto di locazione nel corso dell'anno 2018 sono state oggetto di un accertamento di compatibilità paesaggistica conclusosi con Provvedimento Finale della Conferenza dei Servizi del Comune di Vado Ligure, Atto n. 8362 del 20.04.2020 in seguito a determinazione di assenso con nota prot. PG/2020/106559 del 24.03.20 dal parte del Settore Tutela del Paesaggio, Demanio Marittimo e Attività Estrattive.

La relativa sanzione pecuniaria è stata versata da Mantobit S.p.A. in data 15.09.2020.

Il rinnovo dell'autorizzazione paesaggistica, ha ottenuto parere favorevole del Settore Tutela del Paesaggio, Demanio Marittimo ed Attività Estrattive della Regione Liguria con nota PG/2020/390264 del 24.11.2020 al quale ha fatto seguito la Determinazione conclusiva del Comune di Vado L. Prot. n° 768 (rif. 19565/200) del 12.01.2021.

Il Piano gestione rifiuti è stato approvato con D.D. n° 2878 del 10.07.13 ed a suo tempo riconfermato con dichiarazione dell'Amministratore Unico e Legale Rappresentante, Sig. Angelo Freccero. Contestualmente alla presente Variante viene proposto anche il nuovo *Piano gestione rifiuti da estrazione.*

Mantobit S.p.A., già iscritta al n. 145 del Registro provinciale Recupero Rifiuti non pericolosi, ha ottenuto l'Autorizzazione Unica Ambientale (AUA) in seguito a procedura di screening conclusa con "esclusione dalla VIA", come da comunicazione Prot. n° 23969 del 23.11.1017 del Comune di Vado Ligure. In adeguamento alla D.G.R. 671/19, in data 21.04.2020 ha presentato richiesta di modifica all'AUA ed in data 23.04.2020 ha trasmesso gli elaborati relativi all'attività di recupero rifiuti, successivamente integrati come da richiesta degli Uffici competenti.

A seguito dell'istanza di autorizzazione per interventi non comportanti modifica agli elementi essenziali del programma di coltivazione consistenti nel posizionamento di impianto di frantumazione mobile ed opere accessorie per il recupero di rifiuti inerti non pericolosi e non contenenti amianto così come consentito dalla D.G.R. n. 671/2019 presso la Cava Mei, il Comune di Vado Ligure (SV) ha emesso Determinazione di conclusione positiva della

Conferenza dei Servizi decisoria ex art.14, c.2. legge n ° 241/1990 e s.m. - Prot. n° (rif. 8739/2020) del 16 giugno 2021.

3. Normativa

Gli studi di progetto sono condotti in base alla normativa sotto elencata:

- D.M. 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni.

- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018. Circolare 11 febbraio 2019.

- D.G.R. n° 216 del 17.03.2017 della Regione Liguria "OPCM 3519/2006 - Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria."

- D.G.R. n° 535 del 18.06.2021 della Regione Liguria "L.R. 21 luglio 1983, nr. 29. Adozione delle Linee Guida per la Gestione del Territorio in Aree interessate da Liquefazione (LQ) ed approvazione criteri tecnici integrativi alla D.G.R. 471/2010".

- D.L. 180/98 e conv.to in L. 267/98 ed approvazione della Provincia di Savona con D.C.P. 47/2003 e s.m., D.G.P. 74/12, D.G.P. 112/14, D.C.P. 38/15, D.G.R. n° 1449 del 30.11.12, D.D.G. n. 176 del 25.06.2018 e D.G.R. n° 507 del 21/06/2019 del Piano di Bacino del Segno.

- D.G.R. n° 507 del 21.06.2019 **-** Reticolo Idrografico Regionale

- L.R. n.4/99 e s.m.i. Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico (Vincolo Idrogeologico istituito con R.D.L. 30.12.1923 n° 3267).

- Legge regionale 5 aprile 2012 n. 12 e succ. mod. ed int.: "Testo unico sulla disciplina dell'attività estrattiva".

- Linee guida della Regione Liguria per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse - Testo coordinato D.G.R. n° 141 del 15.02.2008,141/2010 e 672/2019.

- Piano Territoriale Regionale delle Attività di cava (PTRAC) approvato con D.C.R. n° 7 del 26.05.2020.

- D. Lgs.n.152/2006 e s.m.i. Norme in materia ambientale.

- D.P.R. n. 120 del 13/06/2017.

- D.G.R. n° 1423 del 15.11.13 della Regione Liguria

- D.G.R. 672/2019 - Disciplina dei materiali da impiegare nelle riqualificazioni ambientali delle cave - modifica linee guida approvate con dd.gg.rr. 141/2008, 141/2010 e 431/2015.- disciplina dei residui di lavorazione dell'ardesia.

- L.R. 39/2009 "Norme per la valorizzazione della geodiversità, dei geositi e delle aree carsiche in Liguria" (abrogazione della L.R. 14/1990 "Tutela e valorizzazione del patrimonio speleologico".

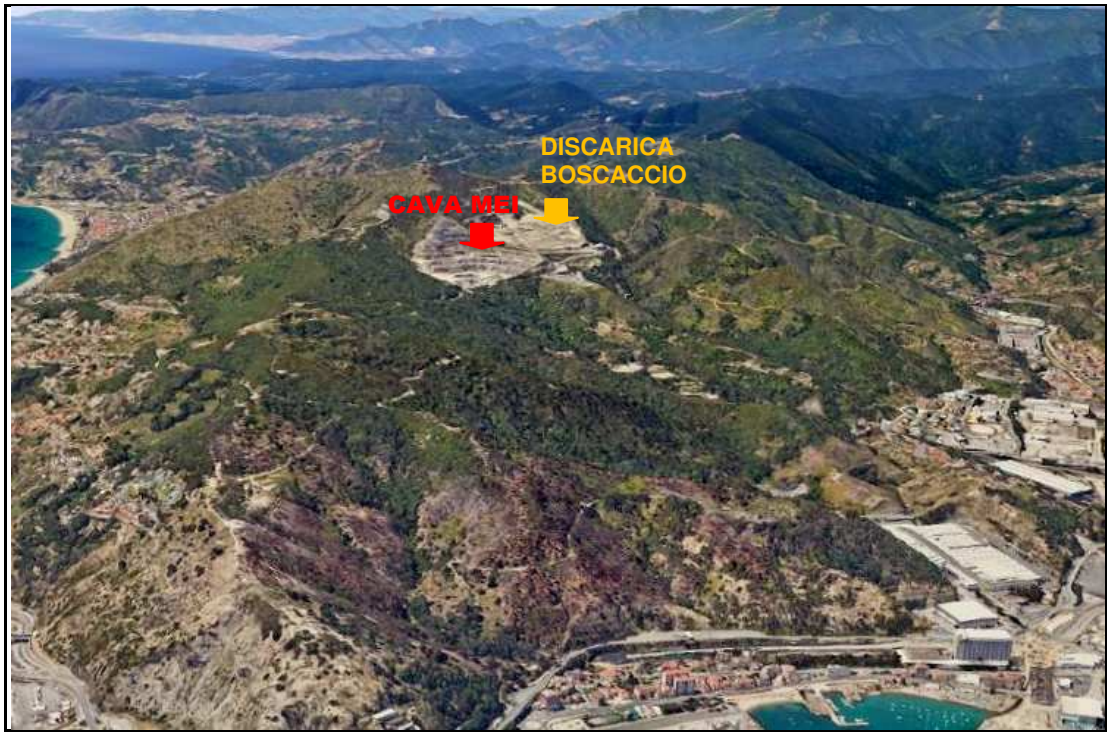
4. Inquadramento territoriale

La posizione della Cava Mei è individuata in TAVOLA 1 Gs - Stralcio C.T.R. SC. 1:5000 Vado Ligure N° 229103 e Spotorno N° 229144. Le TAVOLE Gs sono raccolte nell'ALLEGATO 1 G. Si veda anche stralcio immagine satellitare.

La superficie su cui insiste il complesso estrattivo confina ad Ovest con la discarica Boscaccio ed a Nord è delimitata da una piccola dorsale che la separa dalla strada di accesso alla discarica. A Sud, ovvero lato monte, passa la strada comunale Romana per Savona. Ad Est scorre il Rio Calcinara che segna il confine nel tratto più a valle, verso il piazzale (q 180 m slm). A monte, il Rio ed il limite della cava divergono.

L'area di coltivazione, avente un'estensione di circa 9,7 ha (rif. limite aut. D.D. 583 del 20.03.07), ricade nel Foglio 40 del Comune di Vado Ligure, mappali 475, 480, 481, 482, 483, 484, 486, 487, 489 e 475 del Catasto Terreno del Comune di Vado L. e 475, 484-487 del Foglio 40 del Catasto Fabbricati (già mappali 13 e 99).

Il terreno è di proprietà del Comune di Vado Ligure che lo ha concesso in locazione alla Mantobit S.p.A. titolare delle autorizzazioni indicate al p.to 2 (Contratto Prot. n° 14266 del 26.06.2018).



Stralcio immagine satellitare - fonte Google Earth Pro (GEP)

La cava ricade in zona soggetta a Vincolo Idrogeologico così come definito dal R.D.L. 30.12.1923 n° 3267 (si veda allegata TAVOLA 2 Gs - Carta del Vincolo Idrogeologico). Nel caso in esame l'autorizzazione è stata contestuale a quella ai fini dell'attività estrattiva relativamente al Piano di Coltivazione esistente, mentre la Variante dovrà essere autorizzata dall'Ufficio competente per territorio.

In relazione alla zonizzazione di P.R.G., si veda in TAVOLA 3.1 Gs lo stralcio della "Tav. 7 - Assetto generale" zona di appartenenza "Ca2" nell'ambito delle F3 - zone ad attrezzature e impianti per servizi pubblici o d'uso pubblico d'interesse territoriale ex art. 4 D.M. 1444/1968.

5. Il Piano di Coltivazione autorizzato e l'attività estrattiva in atto

Il Piano di Coltivazione autorizzato, prevede la gradonatura della Cava Mei dalla quota di oltre 300 m slm (il punto più alto del fronte è a 321,55 m slm) al piazzale, a quota 180 m slm o poco meno, secondo l'andamento del terreno.

La gradonatura è a forma di ferro di cavallo sui fronti Sud, Ovest e Nord, che presentano quote massime rispettivamente decrescenti. Le piste di raccordo tra piazzale e gradoni, e fra gradoni contigui, corrono lungo la cornice dei fronti ed hanno pendenze generalmente contenute entro il 28 %. Le piste si allargano fino a raccordarsi al gradone vero e proprio secondo forme arcuate.

Completati i fronti, il Piano di Coltivazione prevede che venga uniformato il livello del piazzale alla quota media di 180 m slm, o di poco inferiore laddove le quote attuali risultino leggermente più basse.

I gradoni sono progettati per avere un'altezza di 15 m, una pedata della larghezza variabile dai 5 m dei tratti utilizzati come pista fino ai 10 m, con scarpate aventi inclinazione di 70°-72°, che corrisponde ad una larghezza in pianta di 5 m per ottenere acclività medie dei versanti intorno ai 45°.

La regimazione delle acque è regolata dalle pendenze conferite ai gradoni secondo uno schema che prevede il recapito finale suddiviso in modo che restino inalterati gli apporti idrici verso i due piccoli bacini interessati: quello del Rio Mulini ad Ovest e quello del Rio Calcinara ad Est, tenuto conto che con la coltivazione la linea di displuvio Nord Sud è stata leggermente spostata verso Ovest. Ormai sul bacino del Rio Mulini insiste la Discarica Boscaccio, il cui canale di gronda intercetta i deflussi, comunque ridotti, dai gradoni più alti della cava.

Nel piazzale ed ai margini Est e Nord Est, dove corre la strada di accesso, sono presenti manufatti funzionali all'esercizio dell'attività estrattiva e gli impianti di frantumazione e vagliatura, nonché l'impianto di chiariflocculazione delle acque di lavaggio degli inerti e la piazzola di essiccazione, per evaporazione, dei fanghi medesimi.

Laddove i nastri scaricano il materiale inerte, suddiviso per granulometria, si creano cumuli di forma e dimensioni variabili nel tempo.

Secondo il Piano autorizzato la sistemazione finale dell'area prevede la copertura in terra e la piantumazione di gradoni con essenze arboree ed arbustive, con sistemazione di ciascun gradone che procede di pari passo con la formazione dei gradoni medesimi.

Per il piazzale è prevista una sistemazione a prato, con macchie arboree, previa copertura in terra di potenza variabile, dopo la rimozione degli impianti e di tutti i manufatti di servizio.

L'estrazione è ormai completata fino a quota 225 slm, a partire dall'alto e rimane ancora materiale da cavare alle quote inferiori.

Le lavorazioni si sono svolte sostanzialmente secondo lo schema previsto, tuttavia, dal raffronto fra stato attuale e progetto (anno 2018), sono risultati volumi estratti in eccedenza rispetto al programma.

La causa principale della maggior estrazione (cfr. istanza di accertamento di compatibilità paesaggistica chiusa con determinazione di assenso con nota prot. PG/2020/106559 del 24.03.20) è legata alle condizioni di fratturazione dell'ammasso roccioso ed in particolare all'assetto strutturale del fronte Sud, dove già nella primavera 2018 si sono manifestati distacchi indesiderati di materiale lapideo e sono state adottate misure cautelative per limitare ulteriori franamenti e non esporre a rischi i lavoratori.

Dette misure comprendono l'interruzione dell'escavazione lungo tale fronte e la messa in opera di una barriera in riporto al piede, per arginare i detriti e delimitare la zona di pericolo.

Negli anni scorsi si è svolta in cava anche attività di recupero rifiuti inerti non pericolosi e non contenenti amianto così come consentito dalla D.G.R. n. 671/2019. Tali lavorazioni sono state sospese in attesa di autorizzazione del nuovo progetto, attualmente in fase di realizzazione.

6. La Variante al Piano di coltivazione in progetto

Il Piano di coltivazione della Cava Mei in variante a quello autorizzato con Decreto Dirigenziale n° 583 del 20.03.07, mira a portare a termine l'estrazione già programmata inserendo i correttivi che appaiono necessari in funzione dell'assetto strutturale della formazione calcareo-dolomitica, che risente degli effetti del contatto tettonico con le quarziti.

Il programma dei lavori prevede il completamento dell'escavazione ed il contestuale abbancamento di materiali sciolti rispondente ai requisiti di cui alla D.G.R. 672/2019.

Fin qui l'estrazione prevista, nel suo schema generale, si discosta in pochi tratti da quella autorizzata, pertanto le dimensioni dei gradoni devono uniformarsi all'esistente, e quindi a quelle dei gradoni già presenti.

Con la variante si intende coltivare anche parte del piazzale e creare uno scavo a fossa tra quota 180 e quota 165 m slm, nelle parti non interessate da altre attività (si vedano planimetrie e sezioni di progetto), dapprima limitato ad una fascia al piede del fronte e poi esteso anche all'area dove è previsto il recupero rifiuti non pericolosi, che potrà venire riposizionata in funzione dell'avanzamento lavori.

La geometria del gradone tipo ha le seguenti misure:

- altezze di 15 m;
- larghezze della pedata variabili da 5 a 10 m poiché si passerà con continuità dalla pista al gradone;
- inclinazione delle scarpate $\leq 70°$-$72°$ rispetto all'orizzontale.

Le geometrie di progetto sono sottoposte alle verifiche di stabilità discusse più avanti e trattate nei relativi allegati e sono funzionali al mantenimento dell'equilibrio dei fronti, anche nell'ottica del rispetto delle condizioni di sicurezza per i lavoratori della cava.

La proposta di sistemazione e di recupero ambientale è assai diversa da quella del Piano di coltivazione autorizzato e prevede il riempimento del vuoto di cava, previa rimozione totale degli impianti di frantumazione e vagliatura, attualmente in opera nel piazzale: sarà colmato quasi dell'intero vuoto di cava con i materiali sciolti ammessi per legge, sistemati in modo da garantire stabilità, drenaggio profondo e superficiale e copertura

vegetale in continuità con i versanti contigui ed all'area, anch'essa destinata al recupero ambientale con altro progetto, attualmente occupata dalla discarica confinante.

Nel settore Sud-Est sarà realizzato un primo abbancamento lungo il tratto di fronte soggetto a dissesti, meglio descritto più avanti.

Si proseguirà con il riempimento dello scavo a fossa e con il riporto sul fronte Sud. Solo successivamente al completamento dell'estrazione ed alla rimozione degli impianti, la copertura potrà essere estesa a tutta l'area di cava.

Il materiale inerte sarà ricoperto con terreno vegetale secondo le prescrizioni contenute nel PROGETTO DI RECUPERO E RIPRISTINO AMBIENTALE PER QUANTO ATTIENE ALLE COMPONENTI VEGETAZIONALI DI CAVA MEI e TAVOLA R01 - PLANIMETRIA DI RECUPERO A VERDE FINALE E SEZIONE TIPO DI MICROCOLLETTIVO ARBOREO-ARBUSTIVO e seminato e piantumato secondo le modalità ivi descritte.

Per maggiori dettagli si vedano la Relazione Tecnica e le Tavole del progetto di Variante.

Il programma del lavori mira in sostanza a coniugare la sicurezza del territorio con la ricucitura del paesaggio.

La pericolosità geologica di un'area a forte incidenza antropica, è tanto più elevata quanto maggiore è lo scostamento dallo stato naturale di equilibrio. La coltivazione di una cava comporta inevitabilmente un incremento di pericolosità, che viene mitigato con la realizzazione di profilature compatibili con le caratteristiche fisiche del materiale interessato e con eventuali interventi di stabilizzazione.

Il rimodellamento sarà realizzato con pendenze e forme compatibili con le caratteristiche dei materiali, con la messa in opera a regola d'arte dei singoli strati e con un sistema di drenaggio completo, di profondità e di superficie e sarà monitorato durante la posa ed in fase di postgestione in modo da poter prevenire qualunque criticità con l'introduzione dei correttivi necessari.

Il recupero ambientale dell'area comprende anche il ripristino dell'alveo del Rio Calcinara nel tratto che interessa marginalmente il piazzale di cava.

Tutte le acque meteoriche che insistono sulla'area, nelle varie fasi di lavorazione e dopo la sistemazione finale, confluiscono e confluiranno nel Rio Calcinara, che costituisce il recettore naturale del bacino definito dalle linee di displuvio che delimitano la cava.

Gli interventi di regimazione delle acque più impegnativi sono quelli legati agli abbancamenti in terra che saranno realizzati col procedere dei lavori di riempimento, mediante un sistema di dreni di fondo, dreni di profondità nel corpo del riempimento, afferenti a pozzetti di raccolta e transito, e di una rete drenante superficiale che recapiterà nel Rio Calcinara. Si vedano TAVOLE 1i-10i e relative verifiche idrauliche ed idrologiche a cura dell'Ing. Alberto Patrone.

7. Analisi del Rischio idrogeologico

L'analisi del rischio idrogeologico è svolta ai sensi dei Piani Stralcio redatti ex D.L. 180/98 e conv.to in L. 267/98 e dell'approvazione della Provincia di Savona con D.C.P. 47/2003 e s.m., D.G.P. 74/12, D.G.P. 112/14, D.C.P. 38/15, D.D.G. n. 176 del 25.06.2018 e D.G.R. n° 507 del 21/06/2019.

La Cava Mei ricade nel Piano di Bacino del Segno e precisamente nei Fogli 229100-140 della C.T.R. in scala 1:10000 denominati rispettivamente *VADO LIGURE* e *SPOTORNO*.

Gli stralci della cartografia del Piano di Bacino sono allegati in TAVOLA 4.1, 4.2 e 4.4 Gs. Lo stralcio di TAVOLA 4.3 Gs è tratto dalla Carta del Reticolo Idrografico Regionale approvata con D.G.R. n°507 del 21/06/2019.

Per quanto riguarda la suscettività al dissesto di versante, vi è corrispondenza tra destinazione d'uso e zona di Piano in quanto l'area di coltivazione ricade nella classe particolare definita *cava attiva* (art. 16 della Normativa di Piano).

Inoltre, come si osserva dalla Carta del Reticolo Idrografico del Piano di Bacino (TAV. 4.2 Gs) e dalla Carta del Reticolo Idrografico Regionale (TAV 4.3 Gs), è presente il Rio Calcinara, che rimane esterno alla coltivazione della cava, ma interessa un tratto del piazzale e la strada di accesso. Per i relativi interventi dovranno essere richieste le necessarie

autorizzazioni. Non vi sono altri corsi d'acqua che riguardino direttamente o indirettamente l'area.

8. Analisi del rischio sismico

Il rischio sismico stima il danno provocato da un evento che ha più o meno probabilità di accadere in base alla pericolosità sismica ed è legato alla concentrazione di persone e di beni presenti su quel territorio.

La classificazione sismica dei comuni italiani prevede la suddivisione in quattro tipologie di zona, con pericolosità decrescente dalla *Zona 1* alla Z*ona 4*.

Le zone sono definite dall'*OPCM 3519/06* in base alla *TABELLA DELLE ACCELERAZIONI* secondo i valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo su terreno rigido (a_g), con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni. Tale norma attribuisce alle Regioni il compito di mantenere aggiornata la classificazione dei singoli comuni ai fini della pianificazione e gestione del territorio.

In base alla D.G.R. n° 216 del 17.03.17 "*OPCM 3519/06.* Aggiornamento classificazione sismica della Regione Liguria" ***al territorio comunale di Vado Ligure corrisponde la Zona 3.***

Per la progettazione il D.M. 17.01.18 (nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni) stabilisce un maggiore dettaglio, con una accelerazione di riferimento puntuale ottenuta per interpolazione all'interno di una maglia quadrata *del reticolo di riferimento*, definita dalle coordinate geografiche dei vertici, e legata alla vita nominale dell'opera.

La risposta sismica locale dipende inoltre dal profilo stratigrafico del terreno di fondazione, la cui definizione richiede indagini specifiche. In assenza di tali indagini è ammesso un approccio semplificato in base alla *TABELLA CATEGORIE SOTTOSUOLO*.

Nel caso in esame interessa la *categoria A* definita come in tabella (ALLEGATO 2 G – SCHEDA PERICOLOSITÀ E PARAMETRI SISMICI), ai fini dell'analisi di stabilità in roccia.

Ai fini della verifiche delle condizioni di equilibrio per i pendii in terra dovuti all'abbancamento di materiale si è usata la *categoria B*.

La D.G.R. n° 535 del 18.06.2021 della Regione Liguria inserisce il Comune di Vado Ligure tra quelli con suscettività a liquefazione in funzione della pericolosità sismica.

Nel caso in esame - posto che il substrato roccioso, per ovvie ragioni, non è mai soggetto liquefazione - i materiali sciolti previsti per gli abbancameti non presenteranno caratteristiche geotecniche tali da renderli suscettibili a liquefazione neppure nel caso di magnitudo elevate.

Il D.M. 17.01.18 fa riferimento anche alle caratteristiche della superficie topografica, definite con la *TABELLA CATEGORIE TOPOGRAFICHE.*

L'area in esame ricade in categoria T2.

In prospettiva sismica, il sito presenta caratteristiche non sfavorevoli sia in base alla collocazione geografica e topografica, sia in base alle condizioni geologiche locali, con accelerazioni probabili non elevate e limitati effetti di amplificazione.

9. Terre e rocce da scavo

L'impiego di terre e rocce da scavo è regolamentato dal D. Lgs. 152/06 e s.m.i., D.G.R. n° 1423 del 15.11.13 della Regione Liguria e dal D.P.R. n° 120 del 13.06.17.

In relazione al subtrato roccioso ed ai materiali provenienti da questo, si evidenzia che la roccia calcareo dolomitica non rientra tra le litologie a rischio presenza di amianto e quindi la movimentazione di materiale connessa con l'attività estrattiva svolta non ha generato, né genererà, polveri contenenti particelle fibrose od asbestose.

Come si vede in TAVOLA 5 Gs, in zona non affiorano rocce potenzialmente contenenti amianto.

Le modifiche al T.U. della Regione Liguria in materia di attività estrattive - L.R. 12/2012, così come modificato dalla L.R. 02.08.2017, n°18, e l'entrata in vigore della D.G.R. 672/19 definiscono la tipologia dei materiali che potranno essere impiegati per i riempimenti:

"In particolare, il ripristino ambientale dovrà essere conseguito, in coerenza con il comma 3 dell'art. 17 della L.R n. 12/2012 e s.m. e i. utilizzando i seguenti materiali:

- ***Rifiuti di estrazione*** *di cui all'articolo 3, comma 1, lettera d) del D.Lgs. 30 maggio 2008 n. 117;*
- ***Terre e rocce da scavo*** *classificate come sottoprodotti ai sensi dell'ari 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e s.m. e i., secondo i criteri e le procedure definiti dal D.P.R. 120/2017;*
- ***Rifiuti inerti*** *sottoposti ad attività di recupero R10 autorizzate in forma semplificata ex art. 214,215, e 216 o in forma ordinaria ex art. 208 del D. Lgs.152/2006;*
- ***Materie end of waste*** *derivanti da attività di recupero rifiuti conformi alle caratteristiche indicate dal D.M. 5 febbraio 1998, con particolare riferimento al paragrafo 7.1 e al paragrafo 12.3".*

10. Modello geologico e modello geotecnico

La modellazione geologica e la modellazione geotecnica del sito in esame assumono caratteri sostanzialmente diversi nello stato di fatto ed in condizioni di progetto.

Allo stato attuale, si rileva la situazione descritta di seguito e rappresentata in TAVOLA 1 G – MODELLO GEOLOGICO – PLANIMETRIA SC. 1:500 e TAVOLE. 2.1 e 2.2 G – MODELLO GEOLOGICO – SEZIONI SC. 1:500.

Per la maggior parte dell'area, il corrispondente modello geotecnico può essere descritto come un modello ad un solo strato, costituito da roccia carbonatica affiorante, che presenta alcuni scostamenti da tale descrizione soltanto lungo il margine Est.

In condizioni di progetto il vuoto di cava accoglierà un esteso riempimento con le terre di cui si è detto, come rappresentato in TAVOLA 3 G – MODELLO GEOTECNICO – PLANIMETRIA SC. 1:500 e TAVOLA 4 G – MODELLO GEOTECNICO – SEZIONI SC. 1:500.

Qui il modello geotecnico è riconducibile sostanzialmente ad un modello a due strati, con substrato roccioso come da stato attuale e copertura potente con i materiali sciolti sopra descritti, le cui proprietà saranno esaminate più avanti.

Il modello geologico è il necessario presupposto di quello geotecnico, e tra le due modellazioni vi è stretta connessione. Si ritiene comunque più efficace rappresentare il modello geologico in base allo stato attuale ed il modello geotecnico in base al progetto, tenuto conto che gli altri aspetti salienti quali quelli idrogeologici e quelli geomeccanici saranno trattati diffusamente e rappresentati con tavole tematiche specifiche.

Si vedano a tale proposito:

TAVOLA 5 G – CARTE IDROGEOLOGICHE STATO ATTUALE E PROGETTO PLANIMETRIE E SEZIONI RAPPRESENTATIVE SC. 1:1000;

TAVOLE 6.1 e 6.2 G - ASSETTO GEOMECCANICO - SCALE VARIE.

10.1 Caratteri geologici

La coltivazione della Cava Mei interessa un affioramento esteso della Formazione Dolomie di S. Pietro dei Monti (Trias Medio), successione calcareo-dolomitica depositata sulla piattaforma continentale in un contesto paleogeografico molto diverso dall'attuale. La definizione petrografica del litotipo in base alle analisi chimiche e petrografiche che vengono periodicamente eseguite ai fini della marcatura degli aggregati è "dolomia".

La roccia è di colore grigio e si presenta in facies variabili: con una pseudostratificazione in bancate più o meno compatte, talora fratturata, talvolta anche in forma di breccia minuta ricementata e, in alcune posizioni, anche in sottili livelli fissili con calcite/dolomite ricristallizzata.

La formazione carbonatica è orlata da lembi di quarziti scistose (quarziti di Ponte di Nava - Trias inferiore), che ne rappresentano il letto stratigrafico, ma non geometrico. Si veda l'inquadramento geologico generale in TAVOLA 6 Gs - Carta geologica - Stralcio C.G.R. VADO LIGURE TAV. N° 229-3 ingr. sc. 1:5000.

Per il rilevamento sul terreno si veda TAVOLA 1 G – MODELLO GEOLOGICO – PLANIMETRIA SC. 1:500 e TAVOLE. 2.1 e 2.2 G – MODELLO GEOLOGICO – SEZIONI SC. 1:500, che ne rappresentano i caratteri geologici, litologico-strutturali e geomorfologici.

Le quarziti interessano marginalmente il complesso estrattivo all'estremità Sud Est, dove queste si trovano in contatto tettonico con le dolomie: in tale posizione è ben

riconoscibile la banda di frizione in corrispondenza dello scorrimento che ha dato origine ad una zona di maggiore fragilità della roccia.

Prima che fosse in gran parte asportato con la coltivazione, era presente una potente bancata di materiale cataclastico. Ad oggi, nell'area corrispondente, il materiale generato dalla detrizione, anche proveniente dall'estremità di alcuni gradoni, è in parte collassato andando a delineare un ciglio di svuotamento con accumulo di materiale al piede del fronte, ove a suo tempo era stata predisposta cautelativamente - e viene mantenuta - una barriera di protezione.

Il ciglio interseca ed in parte segue linee di faglia.

Le quarziti sono scistose, di colore tendente al verdolino, ed appaiono molto alterate e sfattibili.

L'affioramento di quarziti orla quello delle dolomie, per cui alcuni lembi di quarziti corrono fuori carta rispetto alla planimetria del Modello geologico e sono visibili lungo la strada che conduce alla discarica, oltre il fronte Nord. Talora le quarziti sono rimaste compresse all'interno del più vasto affioramento di dolomie ed affiorano in piccoli lembi, come quello a Nord Ovest, al magine dell'area di coltivazione.

Un'analisi stratigrafica più approfondita farebbe emergere, nell'ambito delle quarziti, altre distinzioni che hanno interesse scientifico, ma non sono funzionali ai fini del presente studio, teso a definire essenzialmente gli aspetti geomeccanici della formazione rocciosa nella quale si svolge l'estrazione.

Sempre per effetto della detrizione di materiali nelle zone di contatto, lungo il margine Est della cava è presente una copertura sciolta che nasconde il limite fra quarziti e dolomie e non interessa la coltivazione.

La stratificazione originaria delle dolomie ha subito deformazioni sia in fase di deposizione che nei successivi eventi orogenetici. Ne deriva un quadro strutturale complesso con deformazioni plastiche e rigide.

Le strutture tettoniche predominanti sono lineazioni un poco ruotate verso Ovest rispetto alla direzione Nord Sud, come lo specchio di faglia che delimita la zona di distacco.

Tali lineazioni sono a loro volta interrotte da strutture ruotate verso Est, anche a seguito delle dislocazioni provocate dalle intersezioni tra sistemi di faglie.

Si rileva lungo il fronte Ovest anche una lineazione appartenente al sistema Est-Ovest subortogonale al primo indicato, e sostanzialmente parallelo a quello che disegna il contatto con i litotipi affioranti alla base delle dolomie (Quarziti su Tegumento Permo-carbonifero).

Nella parte centrale, il fronte di cava è scavato in roccia più sana con giunti di frattura ben distanziati, mentre nella porzione più alta, l'ammasso roccioso è fittamente fratturato.

Nella parte Sud Est la discontinuità prevalente immerge verso Nord-Nord Ovest (azimut immersione 340°) con un'inclinazione media di 40° sull'orizzontale, condizionando la geometria dei gradoni che tendono a formare pedate più strette e scarpate più larghe di quelle in progetto, e creando difficoltà nella lavorazione.

10.2 Annotazioni petrografiche e geochimiche

Se dal punto di vista commerciale la roccia estratta ed utilizzata è definita abitualmente "calcare", dal punto di vista petrografico e geochimico, questa rientra tra le dolomie.

Ai fini della marcatura degli aggregati per la certificazione di qualità (***UNI EN 932-3)*** vengono eseguite periodicamente le analisi atte a caratterizzare il materiale lapideo impiegato nella produzione.

Si riporta un estratto delle più recenti (2020).

ANALISI PETROGRAFICA CAMPIONE ROCCIA

FISICHE DI MATERIALI INORGANICI; DETERMINAZIONI QUANTITATIVE DELLA COMPOSIZIONE MINERALOGICA DI MATERIALI NATURALI E DELLE PROPRIETÀ TECNICHE DEI MATERIALI LITICI"
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA, DELL'AMBIENTE E DELLA VITA,
UNIVERSITÀ DI GENOVA, ACCREDITATO ALBO LABORATORI MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA (MIUR)

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
DISTAV
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA,
DELL'AMBIENTE E DELLA VITA

Corso Europa, 26
16132 GENOVA

Tel. 010 353 8311
Fax 010 352169

Cod.Fisc. 00754150100

Amministrazione
Tel. 010 353 8077 - 8083
8084 - 8284
8293 - 8298
Fax. 010 353 8147

Segreteria Didattica
Tel. 010 353 8405

PROT. N.
Posiz. / / /

Genova, 15 ottobre 2020

Spett Mantobit S.p.A.
Via Caravaggio s.n.
17100 Savona

Oggetto: analisi petrografica del campione da Voi fornito e siglato "n. 01/2020" proveniente da Cava Mei, sita in Comune di Vado Ligure (SV).

Campione Cava Mei n. 01/2020
Nome roccia: Dolomia
Composizione mineralogica

Fase minerale	Volume [%]	Ø [mm]
Dolomite	99,5	Sparite 0.05-0.5
		Micrite 0.01 (media)
Pirite	tracce	0.01-0.05
Fillosilicati	tracce	0.01

Tessitura: La roccia presenta tessitura granoblastica eterogranulare di dolomite a grana fine (dolomicrite) con bioclasti ricristallizzati (dolosparite). Filari di microgranuli di pirite si trovano a contatto tra sparite e micrite o su superifici di dissoluzione/ricristallizzazione; granuli sparsi di pirite con le dimensioni maggiori (fino a 0.05 mm) sono disseminati nella dolomicrite. La roccia presenta sparse lamelle di mica bianca.

Il responsabile
Prof. Laura Gaggero

ANALISI CHIMICA CAMPIONE ROCCIA

FISICHE DI MATERIALI INORGANICI; DETERMINAZIONI QUANTITATIVE DELLA COMPOSIZIONE MINERALOGICA DI MATERIALI NATURALI E DELLE PROPRIETÀ TECNICHE DEI MATERIALI LITICI"
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA, DELL'AMBIENTE E DELLA VITA, UNIVERSITÀ DI GENOVA, ACCREDITATO ALBO LABORATORI MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA (MIUR)

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
DISTAV
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA,
DELL'AMBIENTE E DELLA VITA

Corso Europa, 26
16132 GENOVA

Tel. 010 353 8311
Fax 010 352169

Cod.Fisc. 00754150100

Amministrazione
Tel. 010 353 8077 - 8083
8084 - 8284
8293 - 8298
Fax. 010 353 8147

Segreteria Didattica
Tel. 010 353 8405

PROT. N.
Posiz. / / /

Genova, 15 ottobre 2020

Spett Mantobit S.p.A.
Via Caravaggio s.n.
17100 Savona

Oggetto: analisi chimica su roccia totale del campione da Voi fornito e siglato "n. 01/2020" proveniente da Cava Mei, sita in Comune di Vado Ligure (SV).

Metodi analitici

L'analisi chimica è stata eseguita mediante Spettrometro XRF Bruker Elio presso il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Genova.

Elementi	Sample
(% ossidi)	Cava Mei 01/2020
SiO_2	0,8
Fe_2O_3	0.69
MgO	22,84
CaO	39,04
LOI	36,94
Sum	100,31

NOTA: la concentrazione di SiO_2 nella roccia è da correlare alla presenza di fillosilicati, come risulta dalla analisi petrografica associata.

Il responsabile
Prof. Laura Gaggero

10.3 Tratti geomorfologici

Per l'inquadramento geomorfologico generale si veda TAVOLA 7 Gs - Carta Geomorfologica - Piano di Bacino del Segno Carte di analisi-ingr.sc. 1:5000. Per il dettaglio si faccia ancora riferimento a TAVOLA 1 G – MODELLO GEOLOGICO – PLANIMETRIA SC. 1:500 e TAVOLE. 2.1 e 2.2 G – MODELLO GEOLOGICO – SEZIONI SC. 1:500.

La morfologia, considerata nel suo insieme, corrisponde a quella di un anfiteatro delimitato da un fronte più alto a Sud, degradante verso quote inferiori a Ovest e Nord, che circonda un'ampia zona subpianeggiante attualmente su due livelli a q 180 - 186 m slm circa, ottenuta dal taglio del versante preesistente.

Alle quote superiori il fronte di cava è gradonato, mentre a quelle inferiori l'escavazione è ancora in corso.

La coltivazione interessa il versante orografico sx del Rio Calcinara tra quota 300 (e oltre) e quota 180 slm, dove genera una morfologia artificiale, progettata in modo da ben raccordarsi a quella naturale.

All'estremità Sud Est del fronte già coltivato, contro lo specchio di faglia si è creato uno svuotamento della parete per collasso del materiale, che si è accumulato al piede, contro la barriera di protezione. Il fenomeno si è verificato e riattivato in occasione di precipitazioni intense.

L'azione dell'acqua ha innescato il distacco, comunque originato dalla tettonizzazione dell'ammasso roccioso.

La situazione viene costantemente tenuta sotto controllo in attesa che sia autorizzato l'abbancamento con inerti in conformità alle Linee guida ed alla D.G.R. 672/2019.

Ad esclusione del piede del versante lungo il lato Est, dove è presente una copertura prodotta dalla detrizione delle rocce a contatto, con una componente plastica che deriva dal disfacimento delle quarziti, la roccia è affiorante su tutta l'area poiché le parti in terra sono state eliminate con la coltivazione. Gli strati di terra presenti sui gradoni sono quelli riportati per ricreare la copertura vegetale, come previsto dal Piano precedentemente autorizzato.

10.4 Carsismo

La roccia carbonatica presenta una morfologia di tipo carsico con forme di erosione minori tra quelle che caratterizzano il carsismo. Non sono presenti incisioni significative, cavità, né concrezioni.

Secondo la zonizzazione regionale la parte Sud della Cava Mei ricade nell'Area Carsica SV 13.

Come si vede nell'immagine satellitare, non vi sono grotte ubicate in prossimità dell'area di cava.



Zona carsica Savona 13 *Grotte*

Si veda anche TAVOLA 8 Gs - P.T.C.P - Assetto Insediativo ed Aree Carsiche in ALLEGATO 1 G.

10.5 Descrizione litotecnica e morfologica - Stato di progetto

La maggior parte dell vuoto di cava sarà colmato con i materiali sciolti di riporto aventi i requisiti ambientali previsti dalla D.G.R. 672 del 26.07.2019, della quale si riporta uno stralcio esplicativo in TABELLA 10.5.1.

Si veda TAVOLA 3 G – MODELLO GEOTECNICO – PLANIMETRIA SC. 1:500 e TAVOLA 4 G – MODELLO GEOTECNICO – SEZIONI SC. 1:500.

Le sezioni di TAVOLA 4 G sono diverse da quelle delle TAVOLE 2.1 G e 2.2 G poiché riferite allo stato finale e necessarie per eseguire le verifichè di stabilità sul profilo in terra, mentre le sezioni da 1 a 9 sono significative per lo studio dei fronti in roccia.

La morfologia del riempimento tende a ricreare quella originaria, sia pure con forme più morbide dovute alla diversità del materiale impiegato per colmare il vuoto lasciato dall'estrazione della roccia.

Delle relative caratteristiche geotecniche e delle condizioni di stabilità, si dirà più oltre.

Al coronamento ed al piede della colmata rimarranno affioranti le dolomie, che dal punto di vista geologico, sono state descritte al p.to 10.1. Per quanto riguarda gli aspetti geomeccanici e quelli relativi alla stabilità, saranno trattate più avanti.

Lungo il margine Est sarà ancora affiorante un lembo delle rocce fratturate cataclasate e degradate, costituito dalle quarziti e dalla roccia carbonatica tettonizzata, e rimarrà a valle un lembo delle coperture preesistenti. Queste ultime interessano la breve superficie pianeggiante residua ed il piede del pendio, per cui non si pongono problemi di stabilita. Quest'area sarà comunque oggetto di sistemazione contestualmente a quella dell'alveo del Rio Calcinara. Si veda a tale proposito la documentazione relativa alle sistemazioni idrauliche ed al recupero vegetazionale, ove sono previsti anche interventi di ingegeria naturalistica quali palizzate, per trattenere il terreno vegetale prevenirne l'erosione.

Relativamente alle rocce degradate in pendio, ne resterà affiorante una striscia residua, mentre la maggior parte, in special modo quella in frana, sarà contenuta dall'esteso rimpimento.

TABELLA 10.5.1

D.G.R 672 del 26.07.2019 stralcio

(...)

"In particolare, il ripristino ambientale dovrà essere conseguito, in coerenza con il comma 3 dell'ari 17 della L.R n. 12/2012 e s.m. e i. utilizzando i seguenti materiali:

- ***Rifiuti di estrazione*** *di cui all'articolo 3, comma 1, lettera d) del D.Lgs. 30 maggio 2008 n. 117;*
- ***Terre e rocce da scavo*** *classificate come sottoprodotti ai sensi dell'ari 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e s.m. e i., secondo i criteri e le procedure definiti dal DPR 120/2017;*
- ***Rifiuti inerti*** *sottoposti ad attività di recupero RIO autorizzate in forma semplificata a art 214,215, e 216 o in forma ordinaria a art 208 del D. Lgs.152/2006;*
- ***Materie end of waste*** *derivanti da attività di recupero rifiuti conformi alle caratteristiche indicate dal D.M. 5 febbraio 1998, con particolare riferimento al paragrafo 7.1 e al paragrafo 12.3;*

(...)

I suddetti materiali dovranno essere compatibili con le caratteristiche chimico-fisiche, idrogeologiche e geomorfologiche delle aree oggetto di riempimento, non costituire fonte di contaminazione diretta o indiretta per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale, e rispettare le condizioni di seguito elencate:

- ✓ ***Rifiuti di estrazione***: siano approvati i relativi Piani di Gestione dei Rifiuti di estrazione di cui all'art. 5 del D.Lgs. 30 maggio 2008, n. 117;

- ✓ ***Terre e rocce da scavo***:
  - *il contenuto dei contaminanti sia conforme alle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) di cui alla colonna A della tabella 1, Allegato 5, al Titolo 5, della parte IV del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, ovvero, conforme alle CSC di cui alla colonna B della medesima tabella, nel caso in cui la previsione dello strumento urbanistico, che identifica la destinazione d'uso del sito alla conclusione della coltivazione della cava, sia di tipo commerciale o industriale, o ai valori di fondo naturali;*
  - *nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di ripono, sugli stessi siano rispettate le CSC delle acque sotterranee di cui alla tabella 2, allegato 5, al titolo 5, della parte IV del D.Lgs. 3aprile 2006 n. 152 o i valori di fondo naturali, tramite apposito test di cessione effettuato secondo le metodiche di cui al D.M 5 febbraio 1998;*

- ✓ ***Rifiuti inerti****: sottoposti ad attività di recupero R10:*
  - *il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al D.M. 5 febbraio 1998;*
  - *il contenuto dei contaminanti sia conforme a quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, in funzione della specifica destinazione d'uso;*
  - *siano rispettate le CSC delle acque sotterranee di cui alla tabella 2, allegato 5, al titolo 5, della parte IV del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 o i valori di fondo naturali, tramite apposito test di cessione effettuato secondo le metodiche di cui al D.M. 5 febbraio 1998;*

- ✓ ***Materie end of waste*** *derivanti da attività di recupero rifiuti conformi alle caratteristiche indicate dal D.M. 5 febbraio 1998, con particolare riferimento al paragrafo 7.1 e al paragrafo 12.3; ai fini dell'individuazione delle caratteristiche delle materie o rifiuti destinate alle operazioni di ripristino ambientale è di riferimento la Circolare del Ministero dell'Ambiente 15 luglio 2005 n. UL/2005/5205.*

(...)

10.6 Aspetti idrogeologici

Per l'inquadramento generale si veda TAVOLA 9 Gs - Carta Idrogeologica - Piano di Bacino del Segno Carte di analisi-ingr.sc. 1:5000.

II reticolo idrografico è caratterizzato da uno sviluppo dendritico con direzione prevalente Sud Ovest-Nord Est per i corsi d'acqua principali e Sud Est-Nord Ovest per i loro affluenti (solo destri).

L'area di cava è ubicata in sponda orografica sx del Rio Calcinara, tributario dx del Torrente Segno.

Raggiungono la cava le sole acque di precipitazione che insistono sulla sua superficie in quanto la coltivazione si estende fino al crinale ed allo stato attuale la regimazione delle acque segue lo schema previsto per il Piano di coltivazione autorizzato.

Si veda TAVOLA 5 G – CARTE IDROGEOLOGICHE STATO ATTUALE E PROGETTO PLANIMETRIE E SEZIONI RAPPRESENTATIVE SC. 1:1000, parte dedicata alle condizioni di stato attuale.

La roccia carbonatica, pur essendo poco carsificata, presenta una certa permeabilità. In ogni caso le vie preferenziali di infiltrazione restano le discontinuità per frattura e per faglia.

Anche le modeste aree in coltre o materiale cataclastico sono caratterizzate da permeabilità alta per porosità.

In questo si discostano le quarziti, con permeabilità bassa, dovuta a fessurazione e fratturazione.

Non sono presenti derivazioni idriche: tutte quelle individuate nei dintorni risultano non in esercizio.

La coltivazione non ha fin qui interferito con la circolazione delle acque sotterranee, che corrisponde ad un modello di tipo carsico con livello freatico profondo, per cui si prevede che, anche con il prosieguo dei lavori, non vi sia motivo che questa possa risentirne.

In relazione al Rio Calcinara, la morfologia dei luoghi e la posizione del Rio rispetto al fronte ed al piazzale sono tali per cui non si possono verificare sversamenti di materiale in alveo.

In condizioni di progetto, si veda la parte relativa della medesima TAVOLA 5 G, la maggior parte dell'area assumerà la permeabilità dei materiali sciolti riportati: alta per porosità.

Il bilancio idrologico del sottobacino riconducibile all'area di cava non ne risulterà sostanzialmente modificato poiché anche la roccia attualmente affiorante è permeabile, a parte la modesta superficie occupata dalle quarziti.

Si precisa che l'intero riporto sarà dotato di un sistema articolato di drenaggio con dreni di fondo all'interfaccia con ilsubstrato, di profondità nel corpo del rilevato, e di superficie, come da progetto delle sistemazioni idrauliche.

Queste prevedono anche il ripristino dell'alveo del Rio Calcinara e la relativa rinaturazione.

E' già stato creato uno stagno atto ad ospitare le specie protette di anfibi indicate nella vicina ZPS e, con la sistemazione del Rio Calcinara, sarà realizzata una vasca di sedimentazione che andrà a costituire una secondo spazio per accogliere la batracofauna.

11. Caratterizzazione geotecnica e geomeccanica

11.1 Roccia

Lo studio dell'ammasso roccioso è stato eseguito mediante rilevamento delle giaciture delle discontinuità e degli elementi caratterizzanti, come riportato nelle schede geomeccaniche prodotte per ciascun settore del fronte in corrispondenza delle sezioni geologiche. Queste ultime coincidono con quelle del progetto di scavo (e sono diverse da quelle riguardanti la sistemazione finale). Le schede riportano anche la fotografia dell'affioramento esaminato.

La Foto 11.1 mostra una panoramica del piede del fronte ripresa dal piazzale superiore.



Foto 11.1 – Panoramica del fronte dal piazzale superiore

Pertanto, per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso si rimanda a tali schede, raccolte nell'ALLEGATO 3G - VERIFICHE DI STABILITA' IN ROCCIA - PRIMA PARTE: - SCHEDE GEOMECCANICHE E TEST DI MARKLAND ed alle TAVOLE 6.1 G e 6.2 G - ASSETTO GEOMECCANICO - SCALE VARIE.

Poiché la Cava Mei viene seguita da molti anni da chi scrive, è disponibile un vasto archivio dati, che per lo studio sull'intero complesso estrattivo ha dovuto essere riorganizzato ed implementato in modo da rappresentare con distribuzione uniforme delle informazioni ogni parte del pendio, sia in condizioni di stato attuale che, a partire da queste ultime, in condizioni di progetto.

Relativamente ai lavori di scavo, si è operato in base ad un *modello discontinuo*.

Per contro, nell'approccio seguito per lo studio del progetto di abbancamento (cfr. p.to 10 e p.to 11.3 e12.2), il substrato roccioso è considerato come un *mezzo continuo*.

Gli strumenti di misura impiegati sono quelli tradizionali del rilevamento geomeccanico (bussola geologica, sclerometro per rocce, profilometro).

La cartografia utilizzata è quella del rilievo topografico che viene via via aggiornato dallo Studio Praecisio S.r.l.s. il quale ha elaborato anche le sezioni di stato attuale, che costituiscono la base topografica delle sezioni geologiche, ed ha collaborato alla restituzione delle sezioni di progetto.

Il rilievo geomeccanico è stato eseguito secondo il procedimento descritto nelle raccomandazioni ISRM, tradotte in italiano da O. Del Greco nella Rivista Italiana di Geotecnica - R.I.G. 2/93.

Le giaciture delle discontinuità sono rappresentate su reticolo di Wulff equiangolare – emisfero inferiore.

Per ciascun tratto di pendio è stato elaborato il calcolo di Rock Mass Rating (RMR) modificato ed è stato eseguito il calcolo dei parametri della classificazione di Barton (sistema Q).

Per valutare la possibilità della rottura lungo le potenziali superfici di scivolamento di un cuneo di roccia, nel quale lo scorrimento avviene lungo la linea di intersezione di due discontinuità planari, sono stati eseguiti Test di Markland per ciascun tratto di pendio in condizioni di stato attuale e di progetto.

Alcune sezioni intercettano due tratti in pendio. Per la verifica sono stati utilizzati i parametri caratteristici dell'ammasso roccioso ricavati nella posizione corrispondente a ciascun tratto.

I Test di Markland sono stati eseguiti per lo stato attuale e per le condizioni di progetto.

Dalle schede geomeccaniche si ottengono i valori di coesione e di angolo di attrito riorati in Tabella 11.1.

Le NTC prescrivono che per i parametri di calcolo vengano definiti i *valori caratteristici*. Ai fini delle verifiche di stabilità in roccia, per ciascuna elaborazione sono stati scelti come valori caratteristici quelli corrispondenti alla situazione specifica, che meglio rappresentano le condizioni dell'ammasso nel volume di roccia oggetto di verifica.

TABELLA 11.1 – Parametri dell'ammasso roccioso ottenuti al rilievo geomeccanico
Valori caratteristici

Sezione/imm. pendio	Coesione (kPa)	Angolo di attrito (°)
3/180°	175.27	37.09
3/0°	64.95	26.87
4/129°	85.94	30.93
5/105°	153.22	35.56
6/90°	163.66	36.29
7/79°	135.83	34.36
8/72°	131.41	34.06
9/53°	159.61	36.00

Nota - Nella sezione 2 sono stati utilizzati dati di archivio

Il peso di volume dell'ammasso roccioso presenta una certa variabilità in funzione dello stato di conservazione e di tettonizzazione a partire da un minimo di 2,2 t/m³, pari a 22 KN/m³.

La roccia sana in assenza di fratture può superare anche il valore di 2,7 t/m³, pari a 27 KN/m³.

Poiché nell'ipotesi di scivolamento il peso del prisma roccioso è determinante, si è utlizzato tale valore maggiore, più cautelativo.

Pertanto il peso di volume γ individuato come caratteristico della roccia sarà:

γ= peso di volume del materiale = 2,7 t/m³ ~ 27 KN/m³.

Quanto sopra per quanto riguarda l'analisi secondo il modello discontinuo.

Per le elaborazioni secondo il modello continuo, per il substrato roccioso sono stati definiti i seguenti valori caratteristici, corrispondenti alla media di quelli riportati in Tabella 11.1. Si consideri che il valore medio porta ad una sottostima poiché nel calcolo viene considerata anche la sezione 3/immersione 0°, dove si hanno valori minimi riferiti alla discontinuità più critica, comunque localizzata in un settore ristretto della cava. Per il peso di volume si è mantenuto il valore già indicato.

ϕ = angolo di attrito = 34° ;
c = coesione = 13 t/m² ~ 130 KPa;
γ= peso di volume del materiale = 2,7 t/m³ ~ 27 KN/m³.

In ogni caso, nell'analisi di stabilità degli abbancamenti, le variazioni nei dati relativi al substrato roccioso nell'ambito di valori tipici della roccia, non hanno grande influenza sui risultati (che rimangono coerenti anche con la presenza marginale delle quarziti).

Per quanto riguarda la parte in quarziti degradate, in base alla caratterizzazione geomeccanica si ricavano i seguenti parametri:

ϕ = angolo di attrito = 20° ;
c = coesione = 4,5 t/m² ~ 45 KPa;
γ = peso di volume del materiale = 2,2 t/m³ ~ 22 KN/m³.

Tali dati vegono indicati per completare la descrizione dell'ammaso roccioso ma non sono stati utilizzati per alcun calcolo in quanto le quarziti non interessano più la coltivazione.

11.2 <u>Coperture in terra – stato attuale</u>

Nell'area non sono più presenti le coltri sciolte superficiali originarie, a parte un'area ristretta a margine del piazzale, ma solo materiali recuperati da queste e rimaneggiati, utilizzati per la copertura in terra dei gradoni terminati, come previsto dalle sistemazioni ambientali. Tali coperture sono molto sottili e pertanto non sono rappresentate in cartografia.

Gli strati di terreno riportato sono comunque poco significativi nel contesto del progetto.

Per una caratterizzazione allo stato attuale, i parametri caratteristici possono essere così schematizzati:

ϕ = angolo di attrito = 30° ;
c = coesione = 0 t/m² ~ 0 KPa;
γ = peso di volume del materiale = 1,8 t/m³ ~ 18 KN/m³.

In condizioni di progetto tali terre saranno completamente rimaneggiate ed inglobate in quelle di riempimento.

Pertanto si precisa che detti parametri non sono impiegati nei calcoli.

11.3 Coperture in terra - progetto

Il progetto di sistemazione prevede che nelle parti della cava che hanno raggiunto il profilo definitivo dello scavo vengano riportati materiali sciolti delle tipologie definite dalla D.G.R. 672 del 26.07.2019. Ai p.ti 9 e 10 si sono viste le categorie ammesse per il riempimento.

Detti materiali dovranno inoltre possedere caratteristiche geotecniche idonee. In particolare è importante che siano di tipo granulare, non plastici, non gelivi, e miscelati in modo da ottimizzare la curva granulometrica (fuso di Talbot) per favorirne la costipazione.

Il materiali dovranno venire selezionati e frantumati prima di essere messi in posto e stesi per strati successivi di potenza non superiore a 0,5 m. Inoltre dovranno essere ben rullati e compattati in modo che il riporto raggiunga le proprietà geotecniche desiderate.

Le caratteristiche geotecniche degli abbancamenti sono le seguenti:

ϕ = angolo di attrito = 32° ;
c = coesione = 0,2 t/m² ~ 20 KPa;
γ = peso di volume del materiale = 1,9 t/m³ ~ 19 KN/m³.

Il primo volume di abbancamento andrà ad occupare il quadrante Sud Est della Cava, poggerà sul piazzale e sul piede del fronte estrattivo fino a quota 210 m slm e sarà sagomato in modo da raccordarsi al fianco lungo il pendio lato Bergeggi.

Si andrà poi a riempire la parte Sud della fossa tra quota 165 e quota 180 m slm, in modo da ripristinare in tale area la quota del piazzale ed avere la possibilità di proseguire l'abbancamento contro il fronte anche se l'estrazione non dovesse essere ancora ultimata.

Da qui si potrà raggiungere quota 225 m slm a partire dal piazzale. Ad Est il materiale poggerà sul primo riempimento.

Al termine dell'estrazione e dopo lo sgombero degli impianti si potrà estendere l'abbancamento fino a colmare quasi per intero il vuoto di cava.

Al riempimento sarà conferita forma idonea e pendenza media di 23° rispetto all'orizzontale, per mantenere un profilo stabile.

Le verifiche di stabilità degli abbancamenti sono riportate in ALLEGATO 5 G - VERIFICHE DI STABILITA' DEGLI ABBANCAMENTI e descritte al p.to 12.2.

L'avanzamento dei lavori sarà monitorato con misure topografiche e prove geotecniche in situ, quali prove penetrometriche, consigliabili per la praticità di esecuzione.

Per gli aspetti relativi al drenaggio e la regimazione delle acque si veda il p.to 13. L'efficienza del drenaggio sarà verificata con monitoraggi piezometrici.

Per i relativi dettagli progettuali si vedano gli elaborati idraulici.

12. Verifiche di stabilità

12.1 Verifiche di stabilità in roccia

Le verifiche di stabilità in roccia si basano sul rilievo geomeccanico eseguito nell'area di cava nel corso dell'anno 2020 e sul raffronto con i dati di archivio relativi agli studi precedenti svolti per Mantobit S.p.A nell'ambito della Cava Mei, come descritto al p.to 11.1. Non si sono resi necessari adeguamenti poiché l'estrazione nel frattempo è proseguita secondo le medesime geometrie.

Data la variabilità strutturale e l'andamento del fronte, che si presenta tagliato in direzioni diverse, si è operato in base alle singole sezioni tracciate in modo da rappresentare esaustivamente sia l'assetto strutturale che l'articolazione del progetto.

Sono state tracciate n° 9 sezioni (escluse le sezioni A, B, e C, riferite al solo abbancamento finale), orientate secondo la massima pendenza, come necessario per le verifiche.

Per ciascun tratto in pendio delle sezioni è stata predisposta una Scheda geomeccanica.

Alcune sezioni tagliano il solo fronte della cava ed un tratto più o meno lungo di piazzale, altre attraversano l'area di coltivazione da un fronte all'altro.

La Sezione 1 interessa il tratto di fronte collassato. Qui la verifica è stata eseguita in relazione al solo progetto di sistemazione (rif. ALLEGATO 4 G - VERIFICHE DI STABILITA' DEGLI ABBANCAMENTI - SEZIONE 1 – ABBANCAMENTO PRIMA FASE).

La restante parte della sezione attraversa il piazzale e raggiunge un'area non interessata dalla coltivazione. La Sezione 1 non è stata quindi oggetto di caratterizzazione geomeccanica, data la situazione di manifesta instabilità descritta nel modello geologico.

La Sezione 2 intercetta il solo pendio a Sud, che immerge verso Nord. La caratterizzazione geomeccanica riguarda solo questa parte, poiché all'altra estremità, la traccia, dopo aver attraversato il piazzale, tocca appena l'inizio della pista di accesso ai gradoni, che in quel punto non sarà interessata da scavi.

La Sezione 3 intercetta il fronte ubicato a Sud, che immerge verso Nord ed il tratto di fronte Nord, che immerge verso Sud. Per tale sezione sono state predisposte schede geomeccaniche per le due diverse esposizioni.

A ciascuna delle restanti sezioni corrisponde una Scheda geomeccanica.

Tramite i programmi G.M.S. 2020 – RockMechanics 2020 di Geostru si è ricavato il Rock Mass Rating (RMR) e i parametri della Classificazione di Barton (Sistema Q).

Inoltre si è proceduto, sia per il pendio allo stato attuale che per la profilatura di progetto, ad una prima valutazione qualitativa della stabilità dell'ammasso roccioso attraverso il Test di Markland per individuare le famiglie di discontinuità con orientamento tale da indicare potenziale instabilità.

Individuate le famiglie di giaciture più critiche, con il codice di calcolo RockPlane 2018 di Geostru, si è proceduto alla verifica di stabilità per i singoli blocchi individuati lungo le sezioni in condizioni di progetto, per ciascuna delle principali immersioni. Si veda ALLEGATO 4 G - VERIFICHE DI STABILITA' IN ROCCIA - SECONDA PARTE: VERIFICHE SUI BLOCCHI DI POTENZIALE SCIVOLAMENTO

Tutti i blocchi risultano verificati.

A maggior ragione resta verificata la stabilità dei prismi di potenziale scivolamento in condizioni di stato attuale poiché il pendio meno inclinato offre una situazione più favorevole, in presenza delle medesime condizioni giaciturali.

Per ciascuna sezione e per ciascun blocco sono stati impiegati i parametri relativi alla condizione specifica, anche se in qualche caso molto cautelativi.

Talora si hanno coefficienti di sicurezza alti poiché ci si trova in presenza di piccoli blocchi che non hanno la possibilità di scivolare su superfici poco inclinate e talaltra per la presenza di blocchi molto grandi e pesanti.

Non sono state individuate situazioni che possano dare ribaltamento od altre forme di instabilità.

Si ricorda che le difformità a suo tempo evidenziate sul fronte sono state oggetto di un accertamento di compatibilità paesaggistica conclusosi con Provvedimento Finale della Conferenza dei Servizi del Comune di Vado Ligure, Atto n. 8362 del 20.04.2020 e che le relative verifiche di stabilità, sono state recepite nell'ambito dell'Autorizzazione n° 9, Prot. n° 3241 del 27.02.19 del Comune di Quiliano, Servizio Intercomunale associato Vincolo Idrogeologico - Comuni di Quiliano, Bergeggi, Noli e Vado Ligure, ai sensi della L.R. 4/99 e s.m.i., in allegato al Provvedimento medesimo.

12.2 Verifiche di stabilità degli abbancamenti

Le verifiche di stabilità sugli abbancamenti sono state eseguite per gli stati di avanzamento intermedi e per il riempimento finale. Si veda ALLEGATO 5 G - VERIFICHE DI STABILITA' DEGLI ABBANCAMENTI.

Nel primo caso sono state impiegate le Sezioni 1, 2, 3, utili anche per tale tipo di verifica. Per l'abbancamento finale sono state tracciate nuove sezioni - A, B e C - orientate in modo da rappresentare la sistemazione secondo la massima pendenza.

Le verifiche sono state eseguite con i principali metodi solitamente impiegati per i pendii in terra: Bishop, Fellenius e Janbu con il *Codice di calcolo: Slope 2021 di Geostru (*Approccio 1 combinazione 2 [A2+M2+R2], come previsto dalle N.T.C. 2018).

Nel calcolo sono stati impiegati i parametri geotecnici caratteristici attribuiti al substrato roccioso ed al materiale di abbancamento come descritto al p.to11.1, relativamente all'ammasso roccioso:

ϕ = angolo di attrito = 34° ;
c = coesione = 13 t/m² ~ 130 KPa;
γ = peso di volume del materiale = 2,7 t/m³ ~ 27 KN/m³.

Ed al p.to 11.3 relativamente alle terre abbancate:

ϕ = angolo di attrito = 32° ;
c = coesione = 0,2 t/m² ~ 20 KPa;
γ = peso di volume del materiale = 1,9 t/m³ ~ 19 KN/m³.

Tutte le situazioni risultano verificate agli stati limite in condizioni sismiche (Zona 3, categoria suolo B, categoria topografica T2, parametri sismici da *reticolo di riferimento - si veda* ALLEGATO 2 G - SCHEDA PERICOLOSITA' E PARAMETRI SISMICI).

13. Piano di Regimazione delle acque

Il progetto di regimazione delle acque a completamento dei lavori, nell'area di su cui insiste la Cava Mei è strettamente legato alla morfologia ricostituita.

Nei vari stati di avanzamento la gestione delle acque passa dallo schema di regimazione in essere su gradoni e piazzale ad un sistema più articolato che vede la coesistenza della convogliamento delle acque lungo le direttrici individuate nelle parti in roccia con la messa in opera del drenaggio delle terre.

Durante l'avanzamento dei lavori lo schema di regimazione dei deflussi superficiali seguirà il progetto di TAVOLA 10i relativamente ai lavori di scavo.

Nei lavori di abbancamento il sistema drenante comprende dreni di fondo, dreni di profondità ad intervalli di quota di 10 m, e drenaggi superficiali.

Tutti i dreni immetteranno canalizzazioni intervallate da pozzetti di raccolta e transito.

Per il progetto dei drenaggi nel dettaglio si vedano le TAVOLE 1i-7i.

Il sistema di drenaggio appare molto articolato e deve essere realizzato contestualmente all'avanzamento di lavori.

Tutte le acque raggiungeranno comunque il Rio Calcinara.

14. Ripristino alveo Rio Calcinara

Sul Rio Calcinara sono in programma interventi di ridefinizione dell'alveo con ricostruzione degli argini in pietra e di rifacimento della tombinatura che attraversa la strada presso la curva interna all'area di cava.

Il tratto del corso d'acqua da ripristinare ha una lunghezza di circa 80 m.

La parte tombinata ha una lunghezza di circa 14 m.

Nelle verifiche idruliche sono ricalcolate le sezioni di progetto per lo smaltimento delle portate di piena. Si vedano le TAVOLE 8i e 9i.

Tra l'alveo naturale e quello ricostruito è prevista una vasca di sedimentazione che si allarga in sponda sx.

Il contributo della rete drenante del riempimento non altera gli apporti idrici verso il Rio Calcinara rispetto alla situazione preesistente alla coltivazione della cava in quanto il bacino sotteso rimane inalterato.

15. Considerazioni conclusive, prescrizioni e fattibilità dell'intervento

La realizzazione del progetto risulta pienamente compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area d'intervento al fini della coltivazione, a quelli paesistici ed ambientali ed ai fini del Vincolo Idrogeolgico.

In relazione alla zonizzazione del P.U.C. ed alla conseguente normativa di carattere geologico, gli studi svolti sono conformi alle prescrizioni.

Per quanto riguarda il Piano Stralcio di Bacino ex D.L. 180/98, conv.to in L. 267/98, i lavori in oggetto *non incrementano il rischio idrogeologico della zona in esame e sono conformi alla Normativa di Piano Stralcio vigente.*

Il progetto di riempimento e sistemazione del sito risulta altresì compatibile con quanto previsto dalla norme relative a terre e rocce da scavo ed in particolare alla D.G.R. 672/2019.

Il progetto di regimazione delle acque è idoneo in relazione agli aspetti che riguardano la stabilità del versante, l'erosione ed il bilancio idrologico del Rio Calcinara.

La Variante al Piano di coltivazione della Cava Mei rappresenta pertanto lo strumento per il recupero ambientale e paesaggistico definitivo dell'area produttiva che, per la sua peculiare collocazione in zona collinare, necessita di un processo di rinaturalizzazione non breve ma, nel tempo, risolutivo.

Savona, novembre 2021

ALLEGATI E TAVOLE FUORI TESTO

ALLEGATO 1 G - TAVOLE Gs - STRALCI CARTOGRAFIA TEMATICA

TAVOLA 1 Gs	- Corografia - Stralcio C.T.R. SC.1:5000
TAVOLA 2 Gs	- Carta del Vincolo Idrogeologico
TAVOLA 3.1 Gs	- Zonizzazione P.R.G. - Stralcio Tav. 7 - Assetto generale
TAVOLA 3.2 Gs	- P.R.G. - Scheda di Zona
TAVOLA 4.1 Gs	- Piano di Bacino del Segno - Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti
TAVOLA 4.2 Gs	- Piano di Bacino del Segno - Carta del Reticolo Idrografico Principale
TAVOLA 4.3 Gs	- Carta del Reticolo Idrografico Regionale
TAVOLA 4.4 Gs	- Piano di Bacino del Segno - Carta degli Interventi
TAVOLA 5 Gs	- Carta delle "Pietre verdi" di cui alla DGR 859/2008
TAVOLA 6 Gs	- Carta geologica - Stralcio C.G.R. VADO L. Tav. N° 229-3 ingr. sc. 1:5000
TAVOLA 7 Gs	- Carta Geomorfologica - Piano di Bacino del Segno Carte di analisi-ingr.sc. 1:5000
TAVOLA 8 Gs	- P.T.C.P - Assetto Insediativo ed Aree Carsiche
TAVOLA 9 Gs	- Carta Idrogeologica - Piano di Bacino del Segno Carte di analisi-ingr. sc. 1:5000

ALLEGATO 2 G - SCHEDA PERICOLOSITÀ E PARAMETRI SISMICI

ALLEGATO 3 G - VERIFICHE DI STABILITA' IN ROCCIA
PRIMA PARTE: - SCHEDE GEOMECCANICHE
E TEST DI MARKLAND

ALLEGATO 4 G - VERIFICHE DI STABILITA' IN ROCCIA
- SECONDA PARTE:VERIFICHE SUI BLOCCHI DI POTENZIALE SCIVOLAMENTO

ALLEGATO 5 G - VERIFICHE DI STABILITA' DEGLI ABBANCAMENTI

TAVOLA 1 G - MODELLO GEOLOGICO - PLANIMETRIA SC. 1:500

TAVOLA 2.1 G - MODELLO GEOLOGICO - SEZIONI SC. 1:500

TAVOLA 2.2 G - MODELLO GEOLOGICO - SEZIONI SC. 1:500

TAVOLA 3 G - MODELLO GEOTECNICO PLANIMETRIA

TAVOLA 4 G - MODELLO GEOTECNICO SEZIONI

TAVOLA 5 G - CARTE IDROGEOLOGICHE STATO ATTUALE E PROGETTO
PLANIMETRIE E SEZIONI RAPPRESENTATIVE SC. 1.1000

TAVOLA 6.1 G - ASSETTO GEOMECCANICO - SCALE VARIE

TAVOLA 6.2 G - ASSETTO GEOMECCANICO - SCALE VARIE