Regione LIGURIA

Comune di GENOVA

UNICALCE S.p.A.

CAVA GIUNCHETTO

Progetto di coltivazione
e recupero ambientale

VARIANTE AL PROGETTO

(ai sensi comma 1 art. 12 L.R. 12/2012)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E GEOMINERARIA

ORDINE DEI GEOLOGI
Regione Autonoma Valle d'Aosta
ORDRE DES GEOLOGUES
Région Autonome Vallée d'Aoste
Dr. GABRIELE PIERCARLO
Iscr. Albo n. 32

a cura di: *Carlo AMBROGIO geologo*

Piercarlo GABRIELE geologo

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
CARLO AMBROGIO GEOLOGO A.P. SEZ. A N. 98
ALBO PROFESSIONALE

S3668-S09

Torino, dicembre 2017

GEOMIN srl
Mining Geology

SOMMARIO

1 PREMESSA 6
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 7
3 ASSETTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO E STRUTTURALE 8
3.1 Le unità geologiche del sito e dell'area vasta 8
3.2 Caratteristiche geomorfologiche 11
3.3 Assetto strutturale 12
4 ASSETTO IDROLOGICO-IDROGEOLOGICO 14
4.1 Acque superficiali 14
4.1.1 Deflussi 14
4.1.2 Qualità delle acque superficiali 15
4.1.3 Uso delle acque superficiali 16
4.1.4 Portate di deflusso e trasporto solido 17
4.1.5 Interferenza tra le attività di cava e il reticolato idrografico superficiale 17
4.1.6 Schema di regimazione idraulica del sito di cava 18
4.2 Acque sotterranee 18
4.2.1 Sorgenti e pozzi 19
4.2.2 Caratteristiche della circolazione sotterranea nel complesso carbonatico 21
4.2.3 Uso e qualità delle acque sotterranee 22
4.2.4 Impatto sulle acque sotterranee 23
5 AREE CARSICHE 27
5.1 Analisi del sistema carsico 27
5.2 Azioni di tutela e preservazione previste 28
6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO- GEOMECCANICA 30
6.1 Caratterizzazione fisico meccanica del materiale coltivato 30
6.1.1 Caratteristiche delle discontinuità 31
6.1.2 Classificazione RMR dell'ammasso roccioso 33
6.2 Caratterizzazione dei materiali non litoidi 34
6.2.1 Rifiuti d'estrazione 34
6.2.2 Limi di lavaggio 34
7 CARATTERISTICHE DEL GIACIMENTO COLTIVABILE 36

7.1 Stima dei volumi movimentati 36
7.1.1 Tout-venant di cava 36
7.1.2 Limi di lavaggio 37
7.1.3 Rifiuti d'estrazione 37
8 VERIFICHE DI STABILITÀ 38
9 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA- GEOMORFOLOGICA 39
9.1 Stabilità dei fronti di scavo e del versante al contorno 39
9.2 Sfruttamento delle risorse naturali 40
9.2.1 Suolo e uso del suolo 40
10 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER IL VINCOLO IDROGEOLOGICO 42
10.1.1 Piano di Bacino della Provincia di Genova 42
10.1.2 Pianificazione comunale 44
11 PROGRAMMA DEI LAVORI DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE 46
11.1 Programma previsionale dei lavori 46
3.6.1 Attività di coltivazione - situazione a "quota 200" 46
11.1.1 Recupero ambientale - situazione a "quota 200" 46
11.1.2 Realizzazione di un cumulo intermedio di limi di lavaggio e terre e rocce da scavo - situazione a "quota 200" 46
11.1.3 Attività estrattiva - situazione a quota 136 47
11.1.4 Recupero ambientale - situazione a "quota 136" 47
11.1.5 Realizzazione del cumulo inferiore di terre e rocce da scavo - situazione finale 47
11.1.6 Ripristino ambientale - situazione finale 48
11.2 Analisi incidentale e dei rischi durante ed al termine dell'attività 48
11.2.1 Quadro dei rischi individuati per gli addetti 50
11.2.2 Azioni previste nel DSS 51
11.2.3 Quadro dei rischi individuati per l'ambiente esterno 51
11.3 Modalità di recupero ambientale 52
11.3.1 Zonizzazione degli interventi 53
11.3.2 Fasi di intervento 56
11.3.3 Profilatura finale e modellamento delle superfici 57
11.3.4 Preparazione del terreno, sistemazioni idrauliche e miglioramento del substrato 57
11.3.5 Inerbimenti 59

11.3.6 Sistemazioni intensive 61

11.3.7 Impianto di specie legnose 61

11.3.8 Cadenza stagionale e programma degli interventi 65

Disegni fuori testo

D01	Carta catastale	scala 1 : 1.000
D02	Situazione attuale della cava (aggiornata a fine 2016)	scala 1 : 1.000
D03	Situazione finale di scavo	scala 1 : 1.000
D04	Situazione finale di rimodellamento	scala 1 : 1.000
D05	Sezioni topografiche 1-2-3-4	scala 1 : 1.000
D06	Sezioni topografiche 5-6-7	scala 1 : 1.000
D07	Regimazione delle acque nelle varie fasi	scala 1 : 2.000
D08	Recupero ambientale a breve termine	scala 1 : 1.000
D09	Recupero ambientale definitivo	scala 1 : 1.000
D10	Confronto tra progetto autorizzato e Variante - Planimetria	scala 1 : 1.000
D11	Confronto tra progetto autorizzato e Variante Sezioni topografiche	scala 1 : 1.000
D12	Cartografie della rete idrica e limite dell'area estrattiva	scala 1 : 5.000
D13	Carta geologica area vasta	scala 1 : 5.000
D14	Carta geologica di dettaglio	scala 1 : 2.000
D15	Carta idrogeologica	scala 1 : 5.000

1 PREMESSA

La presente relazione tratta gli aspetti geologici, geotecnici e giacimentologici relativi alla Variante del progetto di coltivazione e recupero ambientale della Cava Giunchetto presentata ai sensi della L.R. 12/2012, art. 12, comma 1, ed è a corredo della Relazione tecnica illustrativa del Progetto stesso (C3668-S01).

La presente relazione è stata redatta in accordo con le "Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterrano e opere connesse (parte II, Appendice 1)" del D.G.R. n.141 del 12/03/2008.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'ambito territoriale interessato dal progetto di coltivazione della Cava Giunchetto di proprietà della ditta Unicalce S.p.A., è ubicato in prossimità del Monte Gazzo sulle alture di Sestri Ponente, Genova (Fig. 1).

L'area complessiva della cava ammonta a 22,29 ettari, di cui 9,87 ettari sono già stati oggetto di recupero ambientale.

L'areale più ampio dell'ambito estrattivo è delimitato lungo il margine Est dal torrente Chiaravagna, verso Sud dall'autostrada A10, mentre a Nord ed Ovest coincide all'incirca con la cresta spartiacque del M. Gazzo (D01 e D02).

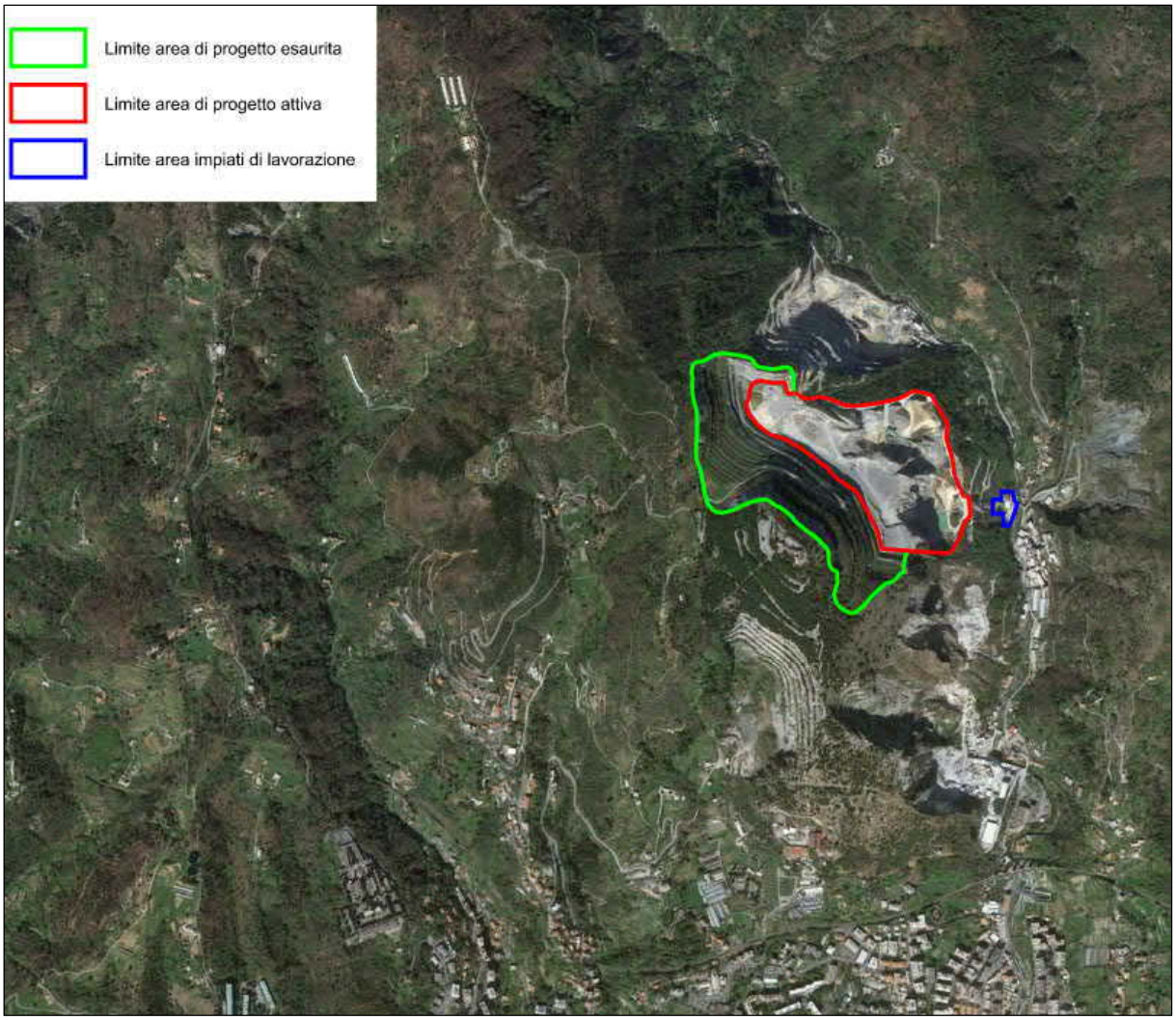


Fig. 1 - Ubicazione del sito di cava su foto satellitare.

3 ASSETTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO E STRUTTURALE

Le caratteristiche geologico-geomorfologiche dell'area vasta di cava sono riportate nel disegno D13, mentre la carta geologica di dettaglio dell'area di cava è presentata nel disegno D14.

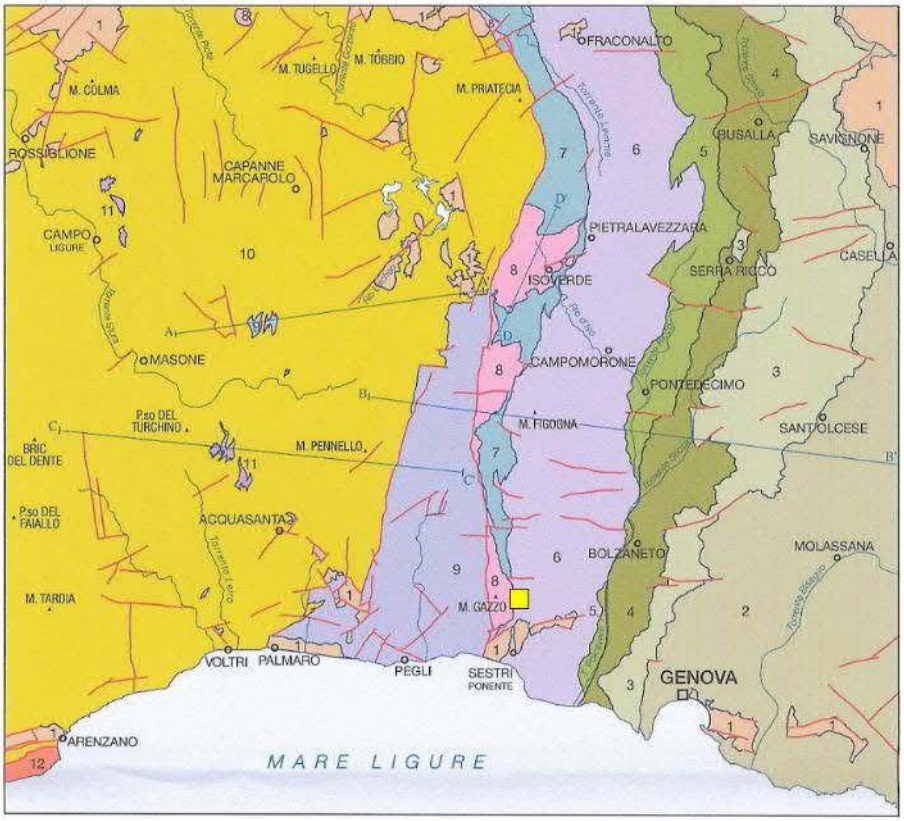
Nella stesura della carta geologico-geomorfologica di dettaglio (disegno D14), oltre ai rilievi eseguiti direttamente nelle aree di cava, è stato tenuto conto della cartografia CARG (2008) a scala 1:50.000 (Foglio 213, Genova), della Carta Geologica del PRG del Comune di Genova (1998) e della carta Geologica della Zona Sestri - Voltaggio (Cortesogno e Haccard, 1986). Per la descrizione del quadro stratigrafico – strutturale si fa riferimento principalmente alle Note Illustrative del Foglio 213, Genova, della cartografia CARG a scala 1:50.000.

3.1 Le unità geologiche del sito e dell'area vasta

Le unità tettonometamorfiche affioranti nell'area di indagine appartengono a due differenti domini, di crosta oceanica e mantello (Unità di M. Figogna, di Cravasco – Voltaggio, Palmaro–Caffarella), e di margine continentale (Unità Gazzo–Isoverde). L'area d'indagine è situata in corrispondenza della terminazione meridionale dell'unità tettonometamorfica Gazzo–Isoverde, delimitata ad Ovest dall'unità Palmaro-Caffarella, e ad E e SE dalle unità ofiolitiche del M. Figogna, e a NE dall'unità Cravasco-Voltaggio (Fig. 2).

L'unità Gazzo–Isoverde è costituita da una successione sedimentaria in prevalenza calcareo-dolomitica di età Triassico sup.–Giurassico inf. In prossimità dell'area d'interesse, lungo il versante orientale del M. Gazzo, la successione è costituita dall'unità delle dolomie di M. Gazzo e dai sovrastanti calcari di Gallaneto.

Dell'unità Palmaro-Caffarella, nell'area d'interesse, sono presenti: metagabbri, serpentiniti e una scaglia di calcescisti e scisti quarzosi; dell'unità Cravasco–Voltaggio affiorano: scisti filladici e serpentiniti; dell'unità del M. Figogna affiorano: metabasalti, serpentiniti e argilloscisti.



1 DEPOSITI TARDO- E POST-OROGENICI
Successione del Bacino Terziario Piemontese, depositi pliocenici e quaternari

2 UNITÀ TETTONICA ANTOLA
Unità costituita da flysch, non metamorfica

3 UNITÀ TETTONICA RONCO
Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona

4 UNITÀ TETTONICA MONTANESI
Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona

5 UNITÀ TETTONICA MIGNANEGO
Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona

6 UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA
Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies pumpellyite-actinolite

7 UNITÀ TETTONOMETAMORFICA CRAVASCO - VOLTAGGIO
Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies Scisti Blu
(albite, clorite, Na-anfibolo, Na-pirosseno, lawsonite, pumpellyite, epidoto), con retrocessione moderata

8 UNITÀ TETTONOMETAMORFICA GAZZO - ISOVERDE
Unità di margine continentale, a sovraimpronta metamorfica di alta pressione

9 UNITÀ TETTONOMETAMORFICA PALMARO - CAFFARELLA
Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies Scisti Blu (giadeite, Na-anfibolo, lawsonite), con retrocessione in facies Scisti Verdi più o meno pervasiva

10 UNITÀ TETTONOMETAMORFICA VOLTRI
Unità di crosta oceanica e di mantello, a metamorfismo in facies Scisti Blu con eclogiti e riequilibratura in facies Scisti Verdi spesso pervasiva

11 UNITÀ TETTONOMETAMORFICA ANGASSINO - TERMA
Unità di margine continentale, a sovraimpronta metamorfica di alta pressione

12 UNITÀ TETTONOMETAMORFICA ARENZANO
Costituita da un Complesso di margine continentale, monometamorfico, a sovraimpronta metamorfica alpina da alta pressione a Scisti Verdi
e da un Complesso di margine continentale, polimetamorfico, a metamorfismo pre-alpino in facies Anfibolitica e sovraimpronta metamorfica alpina da alta pressione a Scisti Verdi

Limite stratigrafico — Contatto tettonico — Faglia — A–A' Traccia di sezione geologica

Fig. 2 - Schema tettonico tratto dal foglio 213-230 Genova (scala 1:50.000). Il quadrato giallo indica la posizione del settore d'interesse.

In dettaglio, la successione stratigrafica affiorante nell'ambito dell'area vasta della cava è caratterizzata da:

Depositi di origine antropica

Sterili di cava

Sabbie limose e limi, prodotto della decantazione delle acque di lavaggio dell'impianto di lavorazione.

Depositi quaternari

Accumuli di frana

Accumuli di frana di modeste dimensioni, sia riattivate che quiescenti, sono presenti sul versante destro della valle del rio Bianchetta. I dissesti interessano principalmente rocce dell'unità Cravasco – Voltaggio.

Depositi detritico-colluviali

Le coltri di depositi colluviali sono poco diffuse nell'area di indagine ed in generale sono caratterizzate da spessori modesti. Coltri di depositi detritici sono situate alla base del versante dolomitico, nei pressi di Panigaro.

Depositi alluvionali

Lungo il corso del T. Chiaravagna sono presenti i) depositi alluvionali terrazzati, diffusi soprattutto nel tratto tra Loc. Panigaro e lo sbocco a mare e ii) depositi alluvionali attuali e recenti localizzati nell'alveo ordinario e straodinario del T. Chiaravagna e costituiti in prevalenza ghiaie grossolane, eterometriche con clasti arrotondati.

Unità tettonometamorfica Gazzo-Isoverde

Dolomie del Monte Gazzo

Si tratta di dolomie, a stratificazione decimetrico-metrica, di colore da grigio a nerastro, con rare intercalazioni di sottili livelli marnosi giallastri, più frequenti nel settore orientale. Localmente sono presenti inoltre intervalli caratterizzati dalla presenza di brecce intraformazionali, costituite da clasti scuri in matrice grigio chiara. Localmente sono visibili sottili laminazioni primarie. La grana è cristallina-saccaroide. Lo spessore della formazione si aggira intorno ai 250 m ed è riferibile al Carnico sup.-Norico.

Calcari di Gallaneto

Affiorano lungo una stretta fascia situata alla base del versante destro del rio Bianchetta. Sono costituiti da calcari grigio-scuri cristallini, ad accentuata scistosità, con rare intercalazioni filladiche. Lo spessore dell'unità è di qualche decina di metri nell'area del M. Gazzo mentre raggiunge i 65 m nell'area di Lencisa ed è riferibile al Norico sup.-Hettangiano.

Unità tettonometamorfica Figogna

Argilloscisti

Si tratta di argilloscisti nerastri ad elevata fissilità, con intercalazioni siltitiche o di calcari in livelli decimetrico-metrici. Vi appartengono due formazioni del foglio CARG: Argilloscisti di Costagiutta e Argilloscisti di Murta. Età: Cretacico inf.

Metabasalti, serpentiniti

La sequenza ofiolitica che delimita ad Est la banda dei Calcari di Gallaneto appartiene all'unità del M. Figogna. E' costituita da metabasalti massivi e localmente con strutture a cuscino (Metabasalti del M. Figogna), e serpentiniti (Serpentiniti del Bric dei Corvi). Età: Giurassico medio-sup.

Unità tettonometamorfica Cravasco-Voltaggio

Scisti filladici del Monte Larvego

Scisti filladici affiorano lungo una stretta fascia sul versante occidentale della costa di Serra. Si tratta di filladi nerastre e argilloscisti con livelli di quarzo. Età: Cretacico inf.

Serpentiniti di Case Bardane

Serpentiniti a crisotilo e antigorite, spesso cataclastiche, affioranti lungo una fascia a mezza costa lungo il versante occidentale della costa di Serra. Età: Giurassico medio-sup.

Unità tettonometamorfica Palmaro-Caffarella

Quarziti, calcascisti

Una sottile sequenza di scisti quarzosi e calcescisti affiora sul versante orientale del Monte Spassoia, a monte della cava Giunchetto (Quarzoscisti di S. Alberto e Calcescisti della Val Branega).

Metagabbri e serpentiniti

Nel limite occidentale le dolomie del M. Gazzo vengono a contatto con una estesa banda di metagabbri (Metagabbri di Carpenara). Si tratta di metagabbri a grana da fine a pegmatoide, a tessitura occhiadina. Nel settore meridionale le dolomie vengono a contatto con una fascia di serpentiniti.

3.2 Caratteristiche geomorfologiche

L'area di indagine comprende la dorsale carbonatica che forma lo spartiacque tra il bacino del Chiaravagna ad Est e del Rio Cantarena ad Ovest. La dorsale, che culmina con la cima del M. Gazzo, posta ad una quota di 420 m s.l.m., è caratterizzata da morfologia acclive (i versanti naturali hanno

pendenze medie intorno a 35°-40°) che emerge dalle forme relativamente più arrotondate del rilievo circostante, costituito principalmente da rocce ofiolitiche e dalla loro copertura sedimentaria.

La morfologia della dorsale, in origine regolare e scarsamente incisa dal reticolo idrografico, è attualmente dominata da forme concave e dalle scarpate più o meno regolari dei gradoni delle numerose cave che ne hanno ridisegnato l'aspetto. I depositi superficiali sono sottili, tranne che in rare incisioni in cui si osservano coltri detritiche grossolane di versante dello spessore di qualche metro. Nella dorsale carbonatica non sono noti fenomeni gravitativi significativi. Fenomeni di erosione diffusa sono osservabili sul versante meridionale del M. Gazzo.

Fenomeni ipogei di dissoluzione di tipo carsico sono diffusi nelle dolomie del M. Gazzo, nella carta geologico-geomorfologica dell'area vasta (disegno D13) sono riportate le grotte conosciute. La descrizione dettagliata degli aspetti legati al carsismo è presentata al Capitolo 5.

Accumuli di frane di modeste dimensioni, sia riattivate sia quiescenti, sono presenti sul versante destro della valle del rio Bianchetta. I dissesti interessano principalmente le rocce dell'unità Cravasco–Voltaggio.

I depositi alluvionali terrazzati del T. Chiaravagna formano una superficie sospesa di una decina di metri sull'alveo attuale verso lo sbocco della valle nella piana alluvionale costiera.

3.3 Assetto strutturale

La successione carbonatica delle dolomie del M. Gazzo e dei Calcari di Gallaneto ha un assetto globalmente sub-verticale, deformato da pieghe aperte di geometria non facilmente determinabile, così come esposta in modo parziale lungo il tratto inferiore della strada di accesso alla cava Giunchetto, nella zona di contatto tra le due formazioni.

Nei fronti di cava la giacitura delle dolomie si mantiene sub-verticale, con direzione NNE-SSO sostanzialmente costante ed immersione sia verso ESE che verso ONO.

Il limite occidentale dell'unità Gazzo-Isoverde con l'unità Palmaro-Caffarella, in gran parte costituita da metagabbri, è rappresentato da un contatto tettonico sub-verticale (linea Sestri-Voltaggio), a direzione meridiana ed immersione verso Est. Ad Est l'assetto è più complesso. Nel settore Nord la successione carbonatica dell'unità M. Gazzo-Isoverde viene a contatto con le serpentiniti dell'unità Cravasco-Voltaggio secondo una superficie fortemente deformata. Nel settore centrale gli argilloscisti ed i metabasalti dell'unità del M. Figogna poggiano sulle dolomie con un contatto marcato da zone di taglio cataclastico-milonitiche, e riattivato posteriormente da faglie ad immersione verso E. Nel settore meridionale il limite è mascherato dai depositi alluvionali del T. Chiaravagna.

Nella zona Sestri- Voltaggio sono stati riconosciuti due sistemi principali di faglie, il più antico, a direzione N-S, con associati sistemi secondari ad orientazione NE-SO e NO-SE, generalmente caratterizzato da una componente principale trascorrente destra, il secondo, successivo, ad orientazione ENE–OSO ed ESE–ONO, con movimento sempre in prevalenza trascorrente.

Nella cava le faglie ad orientazione N-S, circa parallela alla giacitura delle dolomie, sono relativamente poco numerose, mentre le faglie più frequenti e rilevanti ai fini della stabilità dei pendii hanno direzione ENE-OSO e NO-SO, immersione prevalente verso NNO-NO ed inclinazione media intorno a 60°. Sono tentativamente attribuibili al secondo sistema. Strie sub-orizzontali, indizio di movimenti trascorrenti, sono visibili sulle superfici delle faglie meglio esposte.

In conclusione, sulla base i) delle informazioni presenti in letteratura e ii) dei dati raccolti in occasione dello svolgimento del presente studio, è stato delineato un modello geologico schematico dell'area in cui ricade la Cava Giunchetto.
Il settore del M. Gazzo costituisce un "megalitone" di forma lenticolare composto da rocce calcareo-dolomitiche, di larghezza massima intorno al chilometro e lunghezza di 8-10 km circa. I limiti E ed W sono definiti da strutture tettoniche transtensive-transpressive ad orientazione media N-S, riconducibili al più esteso lineamento della Zona Sestri-Voltaggio. Esistono poi strutture trasversali a prevalente andamento E-W che dislocano sia le strutture bordiere sopra descritte.
Al suo interno il megalitone è costituito in prevalenza da dolomie e subordinatamente da calcari (settore E), la stratificazione si presenta fortemente verticalizzata e parallelizzata alle strutture bordiere.

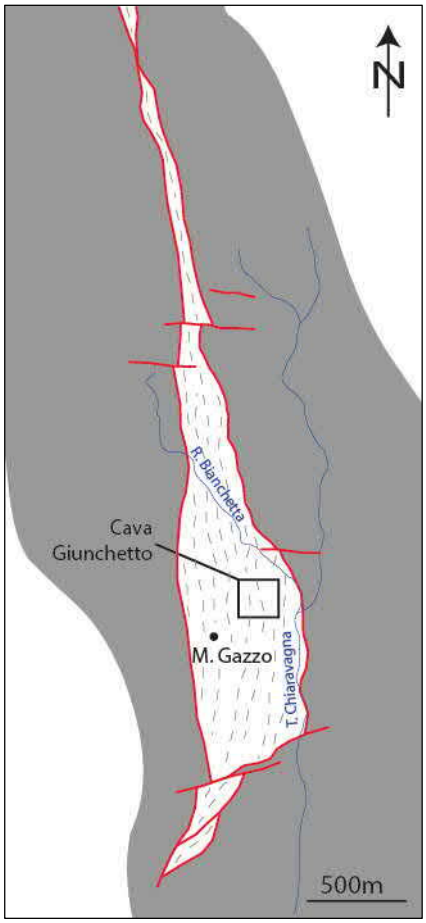


Fig. 3 – Modello geologico schematico dell'area vasta d cava. In rosso sono indicati i principali elementi strutturali; in grigio le unità geologiche al contorno del sito d'interesse; le linee tratteggiate rappresentano l'andamento medio delle superfici di stratificazione dell'ammasso roccioso dolomitico.

4 ASSETTO IDROLOGICO-IDROGEOLOGICO

4.1 Acque superficiali

L'area di studio è situata all'interno del bacino idrografico del torrente Chiaravagna, un corso d'acqua che scorre nell'entroterra di Sestri Ponente e sfocia in mare in prossimità dello scalo aeroportuale genovese.

Il bacino ha una forma stretta ed allungata in direzione N-S; confina con i bacini del torrente Varenna ad Ovest e del torrente Polcevera ad Est. Il corso montano del T. Chiaravagna è formato da due corsi d'acqua di lunghezza simile (Rio Cassinelle e Rio Bianchetta), che scorrono circa parallelamente, separati dalla dorsale della costa di Serra e della cresta Timone, unendosi dopo un tratto di 3,5 - 4 km, nei pressi dell'abitato di Serra, dando origine al torrente Chiaravagna propriamente detto. A valle dell'abitato di Serra il Chiaravagna percorre un tratto fortemente inciso, al contatto tra le rocce carbonatiche ed ofiolitiche, con un andamento marcatamente sinuoso, sino allo sbocco nella pianura alluvionale costiera, all'interno della quale attraversa la zona più densamente urbanizzata. Nell'attraversamento dell'abitato di Sestri Ponente riceve l'apporto da sinistra del Rio Ruscarolo, che raccoglie le aree scolanti dalla sella di Borzoli (rio Borzoli e fosso Battestu) e del rio Zoagli.

Il bacino del torrente Chiaravagna racchiude una superficie di poco inferiore a 11 km^2; i sottobacini del Rio Bianchetta ad Ovest e del Rio Cassinelle ad Est drenano rispettivamente una superficie di 3,32 Km^2 e di 3,27 Km^2 circa.

Il rio Bianchetta ha un carattere tipicamente torrentizio, con forte irregolarità del fondo, anche per accumulo di massi in alveo, frequenti salti e tratti con scorrimento a forte pendenza.

Il rio Cassinelle è occupato nella testata della valle dalla discarica di R.S.U. di Scarpino. Il rio è quindi alimentato dai deflussi della discarica e da alcune sorgenti poste al di sotto di questa ed ha origine vera e propria a valle dell'impianto di depurazione posto al piede della discarica stessa. Nel suo corso riceve le acque del rio Timone, e di numerosi fossi tra cui il fosso Cassinelle. I versanti nel tratto mediano hanno pendenze molto elevate (superiori al 50%). Il carattere del rio è torrentizio, con alveo incassato e ingombro di grossi massi. Nel tratto terminale sono presenti i resti di una cava oggi non più attiva, il cui piazzale è utilizzato da una ditta produttrice di inerti.

4.1.1 Deflussi

Nel bacino del Chiaravagna non esistono stazioni idrometriche per il rilevamento delle portate. Nell'elaborazione del Piano di bacino stralcio sul bilancio idrico del torrente Chiaravagna (Tomaselli et al., 2009) sono state eseguite alcune misure di portata sul torrente Bianchetta, per ottenere un valore indicativo della portata di magra.

Nei pressi di Case Carugo (stazione A, a monte della cava Gneo, a valle della confluenza tra fosso Bianchetta e rio dei Santi) misure di portata sono state effettuate utilizzando mulinello ed aste metriche. Altre misure sono state eseguite, qualche centinaio di metri a monte di Case Carugo (stazione B), con un recipiente di volume noto. Nella tabella seguente si riportano le misurazioni effettuate.

Data	Portata misurata (l/s)	
	Stazione A	Stazione B
03 05 2004	52.39	
21 05 2004	10.28	
04 06 2004	3.34	
21 06 2004	5.15	
23 07 2004		10.47
09 09 2004		8.37
07 10 2004		14.23

Tabella 1- Valori di portata misurati nel rio Bianchetta (da Tomaselli et al., 2009).

Dai valori di portata misurati, lo studio del piano stralcio sul bilancio idrico del Chiaravagna ha estrapolato una portata minima per il torrente Chiaravagna alla foce pari a 40 l/s. Nel piano di bacino del Chiaravagna, la portata massima per un tempo di ritorno di 50 anni è stimata in 213 m^3/s.

4.1.2 Qualità delle acque superficiali

Nel settore montano del T. Chiaravagna, nel tratto compreso tra la ferrovia e la confluenza dei due tributari principali, gli insediamenti sono rari, ma si tratta normalmente di attività di notevole impatto ambientale.

Nell'alta valle del rio Bianchetta vi sono piccoli nuclei abitati ed alcuni insediamenti agricoli di tipo familiare, in località Gneo e S. Pietro ai Prati. La parte inferiore della valle è caratterizzata dalla presenza delle cave di dolomia.

Nella testata del rio Cassinelle è situata la discarica di R.S.U. di Scarpino, che copre una superficie di circa 40 ha. A Sud della discarica la valle è quasi completamente disabitata, fatta eccezione per l'abitato di Serra, situato sulla dorsale che separa i due sottobacini del Bianchetta e del Cassinelle. Nel tratto terminale del Cassinelle il piazzale di una cava non più attiva è utilizzato da una ditta produttrice di inerti.

Il fondovalle è caratterizzato dalla presenza di numerosi insediamenti industriali, anche di notevoli dimensioni, in parte in abbandono.

Nel vigente Piano di Tutela delle Acque della Regione Liguria (2016-2021) ai fini degli adempimenti di cui al D.lgs. 152/06, sono riportati i risultati del monitoraggio delle acque interne superficiali cui segue una classificazione dei corpi idrici stessi. La classificazione, che tiene conto sia degli aspetti chimici sia degli aspetti biologico-ecologici delle acque, in particolare è articolata come segue:

- Classificazione dello Stato Chimico sul triennio, a livello di stazione monitorata, quindi alla classificazione sui singoli anni, si attribuisce lo Stato Buono se in tutti i 3 anni di monitoraggio (o in tutti gli anni in cui è stato effettuato il monitoraggio) i risultati confermano lo stato buono. Cautelativamente, si ritiene di attribuire lo stato Non Buono anche se un solo un anno di monitoraggio ha dato risultato non buono.

- Classificazione dello Stato Ecologico a livello di stazione monitorata, a livello di stazione la classificazione è stata realizzata soprattutto in base agli elementi biologici disponibili: macrobenthos e diatomee, mentre l'EQB macrofite è stato monitorato solo in un numero limitato di stazioni, mentre non è stata considerata la componente ittica, altrettanto importante ma di complessa applicazione e sulla quale non si dispone di dati utilizzabili.
- Classificazione dello Stato Ecologico a livello di Corpo Idrico; la classificazione risultante a livello di stazione è stata estesa all'intero corpo idrico e ai corpi idrici raggruppati con questo. Da questo passaggio si rilevato che è necessario verificare che i corpi idrici raggruppati abbiano la stessa tipologia (tipizzazione), siano soggetti allo stesso livello di pressioni e appartengano alla stessa categoria di Rischio.

All'interno del bacino del Chiaravagna (cod. 0381li) sono presenti 7 stazioni di monitoraggio, che hanno permesso di classificare il T. Chiaravagna come indicato in Tabella 2.

Natura del corpo idrico	**ALTAMENTE MODIFICATO**
Stato chimico (2009-20013)	**NON BUONO**
Stato Ecologico	**SCARSO**
Categoria di rischio	**A RISCHIO**

Tabella 2 – Classificazione dello stato del T. Chiaravagna secondo il Piano di Tutela delle Acque della Regione Liguria (2016-2021).

4.1.3 Uso delle acque superficiali

Nel bacino del Chiaravagna esistono quattro concessioni per la derivazione di acque superficiali. Una concessione riguarda il rio Bianchetta, a monte di C. Carugo (uso prevalente industriale), due sono localizzate lungo il rio Battestu, affluente di sinistra del Chiaravagna a valle di Buxio, utilizzate a scopo irriguo; l'ultima è situata nel centro abitato di Sestri Ponente.

Tutte le concessioni sono situate al di fuori dell'area vasta relativa al progetto.

Nell'ambito dell'area interessata direttamente dai lavori non sono in atto prelievi di acque superficiali per usi pregiati né per usi vili. Si esclude pertanto qualunque rischio di interferenza in tale comparto da parte dell'attività di cava.

Nelle condizioni finali, dopo il ripristino della copertura vegetale su tutte le superfici, mantenendo la rete di raccolta e scarico utilizzata in fase di realizzazione dell'abbancamento, si può prevedere il ritorno ad una condizione generale di naturale controllo e protezione; si può pertanto escludere la permanenza di effetti negativi a carico della componente esaminata.

4.1.4 Portate di deflusso e trasporto solido

I versanti interessati dalla cava sono caratterizzati da un reticolo idrografico poco sviluppato. Inoltre, l'area di espansione dell'attività estrattiva è già compresa nel perimetro di cava attuale. Ciò significa che gli interventi di eliminazione dello strato vegetale e del suolo e la messa a nudo del substrato roccioso saranno di portata molto ridotta, riguardando piccole superfici.

Le modifiche che saranno introdotte dall'intervento estrattivo, pur determinando una variazione nella morfologia e nelle condizioni di copertura di suolo e vegetazione, comporteranno anche l'introduzione di una serie di fattori correttivi, in particolare: la gradonatura del fronte, la ricopertura delle superfici con riporto di materiale sciolto e il successivo rinverdimento, la protezione e l'adeguamento della rete idrica oggi esistente alle nuove morfologie previste, il mantenimento dei bacini di accumulo e decantazione all'interno dei piazzali di base, lo scarico controllato alla rete naturale.

Con il completamento della rete protetta oggi esistente sarà possibile, come già si può verificare attualmente, esercitare un efficace controllo sulle portate in uscita dalla zona di cava e sul trasporto solido. L'effetto di controllo delle portate, dovuto alla configurazione delle superfici di cava ed alla rete artificiale già realizzata, è stato peraltro verificato nella relazione idraulica allegata.

Nelle condizioni finali, dopo il ripristino della copertura vegetale su tutte le superfici, mantenendo la rete di raccolta e scarico utilizzata in fase di coltivazione, si può prevedere il ritorno ad una condizione generale non dissimile da quella naturale antecedente alla cava; si può pertanto escludere la permanenza di effetti negativi a carico della componente esaminata.

4.1.5 Interferenza tra le attività di cava e il reticolato idrografico superficiale

Per quanto riguarda la circolazione delle acque superficiali i rischi prevedibili sono connessi essenzialmente con il ruscellamento delle acque meteoriche sui pendii di cava.

Le azioni più significative nei confronti dell'assetto idrografico connesse con l'attività estrattiva sono:

- eliminazione dello strato vegetale
- asportazione della coltre di suolo e messa a nudo del substrato roccioso
- modifica della morfologia e della pendenza dei versanti (creazione di gradoni, piazzali, riporti, strade, etc.)
- formazione di una rete artificiale di raccolta e scarico delle acque.

I possibili effetti negativi delle azioni elencate sono:

- variazione delle condizioni del ruscellamento e del deflusso superficiale
- variazione della velocità di scorrimento
- variazione dei coefficienti di infiltrazione e di deflusso

- conseguente variazione delle portate di piena e di magra
- variazione della forza erosiva
- variazione del trasporto solido in sospensione.

Ciò premesso, l'impatto sull'ambiente idrico superficiale è stato valutato con riferimento particolare al regime delle portate ed al trasporto solido con i conseguenti effetti sulla qualità e sull'uso delle acque.

Il rischio di interferenze da parte dei lavori di cava sulla qualità delle acque superficiali in linea di principio riguarda sostanzialmente le caratteristiche fisiche delle acque, configurandosi come rischio di intorbidimento da parte dei materiali fini dilavati dalle superfici scoperte; si possono a priori escludere rischi di inquinamento da sostanze utilizzate per macchine e impianti nell'attività estrattiva (carburanti, lubrificanti, etc.), grazie alle misure precauzionali previste nelle normali procedure di stoccaggio e movimentazione.

Sulla base delle condizioni di lavorazione in cava e tenendo conto delle misure di regimazione e controllo delle portate e del trasporto solido, si ritiene di poter garantire la riduzione dei fenomeni di intorbidimento e la decantazione delle eventuali acque torbide prima dello scarico all'esterno e di conseguenza di poter escludere il rischio di interferenza sulla qualità delle acque naturali interessate dallo scarico della rete di cava.

4.1.6 Schema di regimazione idraulica del sito di cava

Per quanto riguarda lo schema e le modalità di regimazione idraulica del sito di cava nelle varie fasi di avanzamento della coltivazione si faccia riferimento alla relazione specialistica presentata contestualmente alla presente richiesta di variante.

4.2 Acque sotterranee

Le diverse unità litostratigrafiche affioranti nell'area vasta e rappresentate nella Carta idrogeologica (disegno D15) possono essere raggruppate in quattro complessi idrogeologici principali, caratterizzati da sostanziale omogeneità di comportamento nei riguardi della circolazione idrica sotterranea, anche se strettamente privi, in alcuni casi, di unità spaziale.

COMPLESSO CARBONATICO

La successione dolomitica dell'unita del Gazzo costituisce un acquifero carbonatico, caratterizzato da permeabilità secondaria per fratturazione e carsismo. I limiti dell'acquifero sono rappresentati ad Est in gran parte dal contatto con le facies a componente argillitica degli argilloscisti dell'unità di M. Figogna, ad Ovest dai metagabbri dell'unità Palmaro-Caffarella del gruppo di Voltri. A Sud il limite è rappresentato in parte dagli argilloscisti del M. Figogna, in parte dai depositi marnoso-argillosi pliocenici che lo ricoprono in discordanza.

Il grado di permeabilità dell'acquifero è variabile, da medio ad elevato, in funzione dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso. La giacitura sub verticale della stratificazione, che rappresenta il sistema di discontinuità più diffuso e persistente, determina una forte anisotropia della conducibilità idraulica, con componenti principali in direzione circa meridiana e verticale. Localmente sono visibili, in superficie, modesti fenomeni di dissoluzione carsica, mentre più in generale la dorsale carbonatica ospita numerose cavità carsiche, come indicato nei capitoli precedenti.

COMPLESSO OFIOLITICO

Tutte le rocce ofiolitiche appartenenti alle diverse unità tettono-metamorfiche (Palmaro-Caffarella, Cravasco-Voltaggio, M. Figogna), anche se caratterizzate da differente collocazione strutturale, possono essere raggruppate in un unico complesso sostanzialmente omogeneo.

Metabasalti, metagabbri, e serpentiniti sono in generale tutti mediamente permeabili per fratturazione. Il comportamento idrogeologico è sostanzialmente di acquifero di media produttività. Diverse sorgenti scaturiscono all'interno del complesso ofiolitico, sia ad Est che ad Ovest del complesso carbonatico. La variabilità della quota di emergenza delle sorgenti e delle portate indica l'esistenza di circuiti sotterranei prevalentemente a carattere superficiale.

COMPLESSO DETRITICO- ALLUVIONALE

I depositi alluvionali del Chiaravagna, le coltri colluviali e di frana, gli accumuli di sterili di cava affiorano in corpi di ridotte dimensioni nell'area indagata. Sono caratterizzati da permeabilità primaria per porosità di grado variabile: da mediamente ad altamente permeabili i depositi alluvionali, da scarsamente a mediamente permeabili le coltri colluviali e di frana, gli accumuli di sterili di cava. Date le ridotte dimensioni e l'assenza di continuità, sono sede di una circolazione idrica circoscritta e non molto significativa.

COMPLESSO DEGLI ARGILLOSCISTI E DELLE FILLADI

Metasedimenti (principalmente argilloscisti e scisti filladici) affiorano in bande di ridotta ampiezza e continuità sia lungo i limiti tra rocce ofiolitiche e complesso carbonatico sia all'interno del complesso ofiolitico. Sono caratterizzate da scarsa permeabilità per fratturazione; il comportamento idrogeologico è di aquitardo-aquiclude.

4.2.1 Sorgenti e pozzi

La localizzazione delle sorgenti censite all'interno dell'area vasta è riportata sulla Carta Idrogeologica (disegno D15); nella Tabella 5 sono descritte alcune delle principali caratteristiche chimico-fisiche delle acque e il loro utilizzo. Il censimento è stato eseguito sulla base del Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Chiaravagna, dell'Atlante degli acquiferi della Liguria e di un rilievo di terreno per il bacino del Cantarena.

Sigla	Località	Quota (m s.l.m.)	Portata (l/min)	t (°C)	pH	Cond. (□S/cm)	Uso
634	Buxio	40	20	15,6	7,40	350	irriguo
3075	Serra	135	3	18,0	7,60	198	irriguo
Ca2	Serra	80	-	13,3	8,04	256	-
Ca12	Panigaro	60	-	13,4	8,18	272	-
M1	Maltempo	155	1-2	-	-	-	irriguo

Tabella 3 - Sorgenti censite nell'area vasta. Dati rilevati in settembre '96 (3075), febbraio – aprile '97 (Ca2 e Ca12), giugno '12 (634 e M1).

SORGENTI DEL COMPLESSO CARBONATICO

Vi appartiene la sola sorgente di Buxio (634), situata a quota 40 m s.l.m. circa, in sponda destra del Chiaravagna, in prossimità dell'alveo, utilizzata a scopo irriguo. La portata, misurata dal troppo pieno, si aggirava all'epoca del rilievo (giugno 2012) intorno ai 20 l/min. La portata e la conducibilità, le più elevate tra le sorgenti censite, la differenziano anche se non marcatamente dalle sorgenti del complesso ofiolitico.

La sorgente scaturisce in prossimità del limite con gli argilloscisti del M. Figogna affioranti nel versante meridionale. E' definibile come sorgente per soglia di permeabilità, alimentata da circolazione nell'acquifero carbonatico, che costituisce gran parte del versante destro del torrente Chiaravagna e del rio Bianchetta a monte dell'emergenza.

SORGENTI DEL COMPLESSO OFIOLITICO

Si tratta in generale di sorgenti di modesta portata, alimentate da circuiti relativamente superficiali impostati all'interno delle rocce del complesso ofiolitico. La sorgente Ca12 appare legata ad un limite di permeabilità con gli argilloscisti dell'unità del M. Figogna, affioranti a valle dell'emergenza. Per la sorgente M1 un limite di permeabilità potrebbe essere rappresentato dalle coltri detritiche che occupano il versante destro della valle del rio Maltempo a valle della scaturigine.

Le due sorgenti Ca2 e 3075 sono probabilmente legate ad emergenza per limite di permeabilità indefinito. La localizzazione di Ca2 è incerta, non essendovi corrispondenza tra quota e coordinate ricavate dai dati bibliografici. La sorgente 3075 è alimentata verosimilmente da circuiti associati ad una faglia ad andamento circa E-O, posta lungo il rio su cui scaturisce la sorgente.

POZZI

I pozzi esistenti (i dati sono stati tratti dal Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Chiaravagna del 2009) sono tutti localizzati nella piana alluvionale costiera, largamente al di fuori dell'area vasta.

4.2.2 Caratteristiche della circolazione sotterranea nel complesso carbonatico

L'acquifero carbonatico forma una struttura geometricamente unitaria, delimitata da una cintura di rocce a differente comportamento idrogeologico.

A Sud e ad Est il limite è rappresentato in parte dal complesso degli argilloscisti e degli scisti filladici, con caratteristiche di aquitardo- acquicludo, o dalle marne plioceniche, con caratteristiche francamente di acquicludo. Una sola sorgente (634) è situata in corrispondenza di tale limite, al margine SE dell'acquifero. Va osservato tuttavia che lungo il Chiaravagna il limite orientale è in parte mascherato dai depositi alluvionali.

Il limite Ovest, quasi completamente, ed il limite Est, in parte, mettono a contatto l'acquifero carbonatico con il complesso ofiolitico avente caratteristiche di permeabilità relativa inferiori, in generale medie. Il limite tra acquifero carbonatico e complesso ofiolitico non dà luogo ad emergenze significative.

La ricarica dell'acquifero carbonatico può essere attribuita in massima parte all'infiltrazione diretta delle precipitazioni e in parte subordinata agli apporti del bacino montano del rio Bianchetta, per infiltrazione dall'alveo nel tratto che scorre all'interno dell'acquifero carbonatico. Le condizioni morfologiche del rilievo, caratterizzato da acclività relativamente elevata, indicano che verosimilmente l'infiltrazione efficace non raggiunge valori alti, riducendo la quota di ricarica dell'acquifero.

Tenendo conto dell'assetto strutturale, che appare il fattore di controllo principale, si può ritenere che la circolazione sotterranea nel complesso carbonatico sia condizionata dalla prevalente orientazione in direzione N- S della stratificazione e del sistema di faglie ad andamento meridiano legato alla linea Sestri-Voltaggio; le direttrici di deflusso secondarie hanno probabilmente una componente significativa in direzione grosso modo normale, in accordo con i sistemi di faglie ENE–OSO ed ESE–ONO.

Va osservata inoltre l'asimmetria morfologica della dorsale carbonatica: mentre nel margine orientale le quote minime di affioramento, in conseguenza dell'incisione del Chiaravagna e del Bianchetta, variano tra 35 - 100 m s.l.m., lungo il margine occidentale sono comprese tra 150 m e 200 m s.l.m. circa. Tale condizione può favorire la componente di deflusso verso E.

In sintesi si può ritenere che la circolazione all'interno del complesso carbonatico avvenga in parte attraverso una rete diffusa di discontinuità a prevalente sviluppo verticale (lungo le superfici di stratificazione soprattutto) e con scarsa apertura, debolmente modificate da fenomeni di dissoluzione, e in parte, come testimonia l'esistenza delle cavità carsiche, attraverso condotte di maggiore apertura e con velocità più elevata. Tali condizioni favoriscono un'infiltrazione in profondità, confermata anche dall'assenza di emergenze lungo i versanti a quote intermedie, generalmente legate a circuiti superficiali.

Il livello di base della circolazione è situato verosimilmente alla quota del fondovalle del rio Bianchetta e, più a sud, del torrente Chiaravagna.

In generale, la cava Giunchetto è situata a quote relativamente elevate rispetto al fondovalle (ovvero alla possibile quota del livello di base della circolazione sotterranea) e relativamente distante dai limiti dell'acquifero. Lungo i fronti non vi sono emergenze idriche; le forme legate a dissoluzione carsica sono

rare, legate alla stratificazione sub-verticale. Si può ritenere che l'ammasso roccioso in coltivazione faccia parte sostanzialmente della zona insatura dell'acquifero.

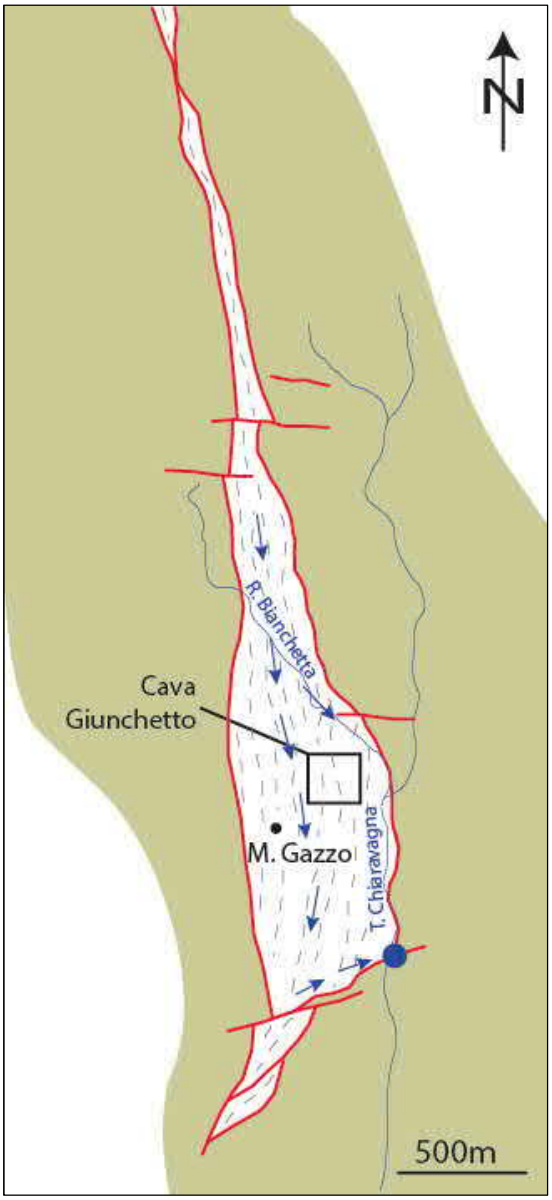


Fig. 4 - Schematizzazione del modello idrogeologico concettuale e dei sistemi di flusso nel complesso carbonaticodell'area vasta della cava Giunchetto. In bianco, al centro, si trova il complesso carbonatico mentre al contorno, in verde, i complessi non carsici. Le frecce blu indicano le linee di flusso ed il punto blu il probabile settore emergenza dei sistemi carsici.

4.2.3 Uso e qualità delle acque sotterranee

Le acque sotterranee provenienti da sorgenti sono utilizzate principalmente per uso irriguo (sorgenti 634, 3075, M1). L'uso delle sorgenti Ca2 e Ca12 non è noto. L'acqua estratta da pozzi della piana di Sestri Ponente è impiegata per usi irrigui e/o industriali.

Per quanto riguarda la caratterizzazione idrogeochimica, sono disponibili solo dati riguardanti alcune delle sorgenti del complesso ofiolitico (Tabella 5), che mostrano in generale una discreta omogeneità. I valori

di Conducibilità elettrica e di Residuo fisso portano a classificarle come acque moderatamente mineralizzate.

Per quanto riguarda una classificazione di prima approssimazione dello stato chimico delle acque solo il tenore in solfati ed in nitrati, per la sorgente Ca2, sono riconducibili alla classe 2 della Classificazione chimica dei parametri di base (Allegato 2 del D.L.gs 152/99, aggiornato dal D.L.gs 258/00), mentre tutti i restanti parametri ricadono nella classe 1.

Denominazione	Residuo fisso	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3
3075	171	11	24	7	0,2	140	17	6	0,6
Ca2	164	42	14	14	1	143	16	45	8
174		18	40	9	0,4	232	5	15	5

Tabella 4- Analisi chimico - fisiche delle acque di sorgente

4.2.4 Impatto sulle acque sotterranee

Le possibili interferenze delle attività di progetto, sia estrattiva che di riqualificazione ambientale, con la circolazione delle acque sotterranee sono state esaminate sotto due punti di vista principali: localmente, in relazione alle acque sotterranee dell'acquifero carbonatico nelle aree di progetto e, ad una scala più ampia, in rapporto alle sorgenti situate all'interno dell'area vasta.

Le possibili interferenze tra le attività di progetto e la falda dell'acquifero carbonatico nell'area delle cave possono essere ricondotte a tre tipologie principali, analizzate di seguito.

RIDUZIONE DEL VOLUME DELL'ACQUIFERO

Considerando che l'acquifero carbonatico è costituito dall'ammasso di dolomie e calcari dolomitici oggetto di sfruttamento estrattivo, un'interferenza prevedibile è la riduzione del volume dell'acquifero stesso e quindi della sua capacità di immagazzinamento della riserva idrica.

Sotto tale punto di vista va rilevato innanzitutto che la coltivazione interesserà essenzialmente la parte insatura dell'acquifero. In secondo luogo il rapporto tra il volume del mezzo acquifero direttamente interessato dalla futura coltivazione (cioè la porzione di roccia dolomitica che sarà asportata), ed il volume totale del massiccio carbonatico ha un valore molto basso, di qualche punto percentuale.

Considerato che verrà interessata la zona di percolazione dell'acquifero, che non costituisce il "serbatoio di immagazzinamento della risorsa" ma solo il mezzo attraverso cui l'acqua sotterranea si infiltra in profondità (la zona insatura), e considerato il rapporto di volume, si ritiene che l'intervento non possa incidere sulla capacità di riserva dell'intero serbatoio.

Si può dunque escludere che l'effetto conseguente all'asportazione del minerale possa avere dimensione apprezzabile.

INTERCETTAZIONE DELLA PARTE DI ACQUIFERO IN CONDIZIONI DI SATURAZIONE

Nelle condizioni attuali non sono osservabili emergenze idriche sui fronti di cava. Considerazioni generali suggeriscono che il livello di base della circolazione carsica, corrispondente al tetto del volume di acquifero saturo, sia situato alla quota del fondovalle. Ciò è in accordo con la posizione dell'unica sorgente rilevata dell'acquifero carbonatico (nell'alveo del Chiaravagna nei pressi di Buxio) ed è anche sostanzialmente confermato dai rilievi speleologici compiuti nella vicina grotta Buranco da Pria Môia. I rilievi segnalano nella parte inferiore della cavità un corso d'acqua carsico, posto ad una cinquantina di metri di profondità, livello che corrisponde all'incirca con la quota locale del rio Bianchetta.

Va aggiunto inoltre che le risorse idriche dell'acquifero carbonatico non sono attualmente sfruttate per usi pregiati, e solo marginalmente per usi irrigui; una loro eventuale modesta riduzione non avrebbe un impatto significativo sulle condizioni attuali di utilizzo della risorsa.

Analizzando infine il problema in un contesto più generale della possibile intercettazione da parte degli scavi della falda e delle relative interferenze, va osservato che rispetto alle condizioni morfologiche naturali, caratterizzate da versanti mediamente acclivi, dotati di profilo continuo e quindi favorevoli al ruscellamento superficiale in condizioni di eccesso di piovosità, l'intervento in progetto, pur aumentando la generale acclività delle superfici, introdurrà delle forme terrazzate, costituite dai gradoni e dai piazzali di base, che potranno determinare un'efficace azione di freno del ruscellamento superficiale e provocare un incremento della quota di infiltrazione idrica diretta nel sottosuolo. Si ritiene che tale fenomeno possa consentire di migliorare localmente, rispetto alle condizioni naturali, il tasso di infiltrazione idrica nel sottosuolo.

Alla luce delle considerazioni esposte si esclude che gli interventi proposti possano determinare un impoverimento quantitativo significativo della risorsa idrica sotterranea disponibile nel sito di progetto.

ALTERAZIONE DELLE CONDIZIONI DI INFILTRAZIONE E DEI CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DELLA FALDA ACQUIFERA NELLA ZONA DI ASSORBIMENTO E DI PERCOLAZIONE

L'alterazione della morfologia originaria e l'asportazione della copertura vegetale e del suolo implicano una variazione nelle condizioni di infiltrazione idrica nel sottosuolo, e in particolare rendono tangibile il rischio di incremento dei fenomeni di ruscellamento incontrollato, di riduzione della capacità di infiltrazione e di aumento della vulnerabilità della falda.

Per quanto riguarda le condizioni morfologiche conseguenti all'attuazione degli scavi in progetto, si è già fornita una risposta nel capitolo precedente, sostenendo la tesi di una sostanziale assenza di impatto per effetto dell'azione di compensazione dovuta all'introduzione di superfici terrazzate in un versante originariamente a pendio continuo.

Per quanto riguarda gli effetti negativi dovuti al denudamento delle superfici si rileva trattarsi di una condizione temporanea, destinata a ridursi di importanza con l'introduzione delle misure di mitigazione

previste in progetto, consistenti nella ricopertura e nel rinverdimento delle superfici (cioè l'insieme degli interventi di recupero ambientale); si tratta peraltro di provvedimenti la cui efficacia è stata positivamente sperimentata e verificata sul fronte Ovest della cava, sottoposto a recupero negli ultimi anni e attrezzato con una rete idrica adeguata per il controllo dei fenomeni di ruscellamento e di erosione superficiale.

Sulla base delle realizzazioni già sperimentate, si ritiene possibile ripristinare nel medio periodo un assetto morfologico, pedologico e vegetazionale stabile e idoneo per garantire una capacità di infiltrazione nel sottosuolo non inferiore a quella antecedente all'intervento.

In altre parole l'interferenza negativa paventata può essere minimizzata e nel medio periodo annullata.

Per quanto riguarda infine il problema della vulnerabilità della falda, si ritiene che l'asportazione di una parte della roccia funzionante come "filtro" abbia un'influenza limitata nell'ambito dell'intero corpo acquifero e possa essere comunque in parte compensata direttamente con il ripristino della copertura di suolo e vegetazione previsto in progetto; con la restituzione delle aree recuperate ad un uso naturalistico, dopo l'esaurimento dei lavori, il rischio risulterà annullato.

SORGENTI

Per quanto riguarda in particolare le possibili interferenze dell'attività del progetto sulle sorgenti l'analisi è stata concentrata sulla sorgente di Buxio, appartenente all'acquifero carbonatico, e sulle sorgenti legate a circolazione negli acquiferi ofiolitici.

Sorgente 634 - Buxio

E' situata circa a quota 40 m s.l.m., qualche metro a monte dell'alveo del Chiaravagna, in sponda destra, e ad una distanza minima di circa 700 m da cava Giunchetto. La sorgente scaturisce in prossimità del limite con gli argilloscisti del M. Figogna, affioranti nel versante meridionale della dorsale del M. Gazzo. E' interpretabile come sorgente per soglia di permeabilità, alimentata da circolazione nell'acquifero carbonatico. La portata, modesta anche se valutata con approssimazione, non sembra in accordo con un'alimentazione da circuiti profondi ed estesi.

L'interferenza da parte dell'attività di maggiore impatto sull'acquifero carbonatico si può stimare come trascurabile, tenuto conto che non verrebbero modificati i circuiti o gli eventuali condotti carsici prossimi all'emergenza, ma l'effetto riguarderebbe esclusivamente le condizioni generali di alimentazione dell'acquifero, solo marginalmente modificabili dall'attività estrattiva (per riduzione del volume dell'acquifero nella zona di percolazione), come sostenuto in precedenza.

Sorgenti dell'acquifero ofiolitico

Le due sorgenti di località Serra appartengono al bacino del torrente Cassinelle. Traggono alimentazione dai versanti della valle, formati da rocce ofiolitiche e separate dall'acquifero carbonatico dal rio Bianchetta, che costituisce un limite tra bacini idrogeologici indipendenti. Non può quindi sussistere alcuna interferenza tra il regime delle sorgenti e le attività di progetto.

La sorgente di Panigaro (Ca12) scaturisce dal versante sinistro della valle del Chiaravagna ed è alimentata dall'acquifero ofiolitico del versante stesso. La netta separazione idrogeologica dei due opposti versanti esclude ogni possibile interferenza con le attività di progetto.

La sorgente situata nel bacino del rio Maltempo (M1) scaturisce all'interno dell'acquifero ofiolitico, ad una distanza di una cinquantina di metri dal limite con l'acquifero carbonatico. A detta dei proprietari - concessionari, in conseguenza dei lavori di scavo di una galleria della bretella ferroviaria Voltri – Borzoli – Ovada, passante a monte della sorgente nell'acquifero ofiolitico, si osservò una riduzione delle portate, passate da circa 1 l/s a qualche l/min, portata attuale.

5 AREE CARSICHE

In ottemperanza a quanto previsto dalla Ex legge 14/90 nonché dalla L.R. n.39 del 6/10/2009 "Norme per la valorizzazione della geodiversità, dei geositi e delle aree carsiche in Liguria" vengono di seguito indicate le cavità carsiche presenti nella zona e le loro caratteristiche.

5.1 Analisi del sistema carsico

Il sito estrattivo ricade in una zona individuata come d'interesse carsico, ai sensi della L.R. 3 aprile 1990, n.14 con D.G.R. n. 666 5del 23 settembre 1994 (area carsica n. 37 – Monte Gazzo).

Nella Tabella 5 sono riportate le caratteristiche principali delle cavità carsiche censite dalla Delegazione Speleologica Ligure. Sono state individuate in totale 33 cavità carsiche (cfr. tavola D13) di cui:

- 6 non presentano indicazioni circa la profondità, si tratta probabilmente di sistemi superficiali
- 23 sono grotte da superficiali a molto superficiali, con estensione inferiore ai 10-15 m e più spesso inferiore ai 5 metri
- 4 grotte presentano un'estensione maggiore ma con profondità che non superano gli 80 metri

In generale, tutti i sistemi carsici ipogei presenti nel settore sono sviluppati lungo le superfici di stratificazione (verticalizzate) e/o lungo i sistemi di faglie-giunti. Nel complesso i sistemi carsici che si sviluppano in queste condizioni sono costituiti da condotti fessurali con anse e restringimenti, localmente ricoperti da calcari alabastrini, flowstone e più raramente da speleotemi mammellonari di modeste dimensioni. Rispetto allo stato-evoluzione dei sistemi carsici nel settore si individuano due tipologie principali: i) *paleo karst* o grotte fossili situati alle quote maggiori, non più in connessione con il sistema carsico attuale e quindi inattivi, ii) sistemi carsici vadoso-freatici, localizzati soprattutto lungo il fondovalle (Rio Bianchetta, T. Chiaravagna) e lungo il versante meridionale del M. Gazzo.

In corrispondenza dell'area di cava sono presenti 3 cavità carsiche, tutte localizzate in corrispondenza dei fronti recuperati:

Diaclasi dei Quindici	947	4921107	1487964	Discendente	370	-15
Diaclasi del Tubo	948	4921159	1487929	Discendente	349	-5
Grotta del Latte di Monte	956	4921495	1487719	Discendente	310	-4

In corrispondenza dell'area di cava non sono presenti forme carsiche superficiali.

5.2 Azioni di tutela e preservazione previste

Sulla base di quanto sopra esposto si può ipotizzare che l'attività non andrà ad interferire negativamente sul reticolo di cavità carsiche sotterranee nonché con l'acquifero carsico, tuttavia, qualora nel corso delle operazioni di scavo dovessero emergere delle evidenze della presenza di cavità carsiche non censite o delle quali non si è a conoscenza al momento della stesura del presente elaborato, e premesso che:

- le attività verranno svolte operando in modo tale da evitare di intercettare cavità note;
- tutte le attività di cava quali estrazione, stoccaggio del materiale e sistemazione finale dei fronti, saranno svolte evitando perturbazioni al regime idrogeologico, con particolare attenzione all'evitare l'intercettazione di deflussi idrici sotterranei.

sono previste le seguenti modalità di azione:

- prevenzione del danneggiamento di cavità carsiche che dovessero venire alla luce a seguito delle attività estrattive
- la salvaguardia di cavità carsiche accidentalmente intercettate nel corso delle attività di scavo attraverso opportuna ridefinizione del fronte di coltivazione.

Denominazione GROTTA	NUMERO ID	UTM - Gauss Boaga		TIPO DI GROTTA	QUOTA s.l.m.	DISLIVELLO
		Nord	Est			
Tana Du Brigidun Grotta del Lagotone	128	4900500	1487781	Ascendente	170	2.5
Grotta della Cianchetta	305	1921779	1488033	Discendente Assorbente	107	-7
Grotta Superiore della Cianchetta	111	4921571	1488020	Discendente	190	6
Grotta III della Cianchetta	316	1921781	1488031	Discendente Assorbente	107	+2
Grotta della Cava della Gianchella	167	4921736	1487981	-	153	-
Grotta del Monte Cazzo Grotta del Rospo	401	4900675	1488150	Discendente	270	8
Grotta del Falco	170	1920782	1488130	Discendente	270	-50
Grotta Rossa	471	4900773	1488146	Discendente	233	6
Tana del Partigiano	172	1920782	1488157	Discendente	270	-1
Tana dei Falchi	173	1920762	1488156	Discendente	270	-2
Tana dello Scivolo	174	4900762	1488159	Discendente	270	-1
Grotta dei Corali	175	1920702	1488177	-	200	-
Grottina Argilosa	442	4900668	1488259	Discendente	72	-2
Grotta delle Mammille	343	4900520	1488180	Discendente	210	5
Pozzetto sul Torrente Bianchetta	344	4901000	1488020	Discendente Assorbente	110	10
Buranco da Fra Moia Grotta della Bocca del Leone	345	4901502	1488103	Assorbente	103	45
Pozzetto del Paletto	346	4901012	1488124	Discendente	300	10
Diaclasi dei Quindici	347	4901107	1487984	Discendente	370	15
Diaclasi del Tubo	348	1921150	1487020	Discendente	349	5
Grotta Silvio Danori	349	4900506	1488184	Discendente	200	5
Buco della Strada	350	4901003	1487003	Discendente	400	1
Grotta dello Scoiattolo	351	1920320	1488280	Ascendente	120	+6
Grotta dello Scorpione	352	1920323	1488280	Discendente	109	-1
Pozzetto Microbo	353	1920630	1488027	Discendente	280	5
Abisso su Brigidun	354	1920660	1487972	Discendente Assorbente	210	-80
Grotta del Cittino	355	1921667	1487889	Assorbente Acque interne	254	-
Grotta del Tetto di Monte	356	4901495	1487779	Discendente	310	4
Grotta dello Scalatore	1393	1921061	1487808	Discendente	372	-7
Grotta Costa di Sorra	1630	4901777	1488141	-	143	-
Diaclasi con Porta e Finestra Diaclasi del Corvo	1790	4900743	1487935	Ascendente	220	-
Diaclasi bassa del Brigidun	1799	4900553	1487089	Discendente Assorbente	195	27
Diaclasi della Cava Buzzi	1791	4900672	1487985	Ascendente	232	-
Bocca del Leone	1851	4901696	1487979	Discendente Assorbente	190	10

Tabella 5 – Elenco delle grotte censite dalla Delegazione Speleologica Ligure, presenti nell'area vasta della cava.

6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO- GEOMECCANICA

Le rocce oggetto della coltivazione appartengono all'unità delle Dolomie di M. Gazzo. Si tratta di dolomie a stratificazione decimetrico - metrica, di colore da grigio chiaro a nerastro, con rare intercalazioni di sottili livelli marnosi giallastri. I certificati delle analisi di laboratorio relative a questi materiali sono presentate in allegato.

La caratterizzazione geomeccanica del giacimento, eseguita da Geomin nel 2004 e nel 2011 in occasione dei precedenti progetti di coltivazione, è stata aggiornata nel febbraio 2017 per controllarne l'adeguatezza nelle nuove condizioni dei fronti.

Il comportamento geomeccanico dell'ammasso roccioso delle dolomie è riferibile al modello di un mezzo discontinuo, in cui la resistenza complessiva dell'ammasso è determinata principalmente dalle caratteristiche meccaniche delle discontinuità.

6.1 Caratterizzazione fisico meccanica del materiale coltivato

Con i rilevamenti di terreno degli ammassi rocciosi sono state acquisite in totale oltre 350 misure di discontinuità. L'ubicazione degli stendimenti e delle stazioni, rappresentata in Fig. 5, è stata scelta, compatibilmente con le condizioni di accesso e di affioramento, allo scopo di studiare fronti ad orientazione spaziale differente e di coprire in modo il più possibile omogeneo l'area di coltivazione.

Per ogni discontinuità rilevata sono stati descritti i parametri geometrici e fisico-meccanici principali (giacitura, persistenza, spaziatura, scabrezza, apertura, condizioni d'alterazione, presenza d'acqua, riempimento). Le classi in cui sono stati suddivisi i valori misurati per i differenti parametri sono quelle suggerite da ISRM (1981).

Sono state eseguite misure della rugosità di alcune famiglie di discontinuità per mezzo di uno *Shape Tracer* (con passo di lettura uguale a 1 mm).

Misure della resistenza meccanica delle pareti dei giunti delle famiglie principali sono state effettuate con uno sclerometro di tipo L.

L'orientazione spaziale delle superfici di discontinuità è stata rappresentata mediante proiezioni stereografiche equiareali su reticolo di Schmidt (semisfera inferiore).

I dati di orientazione spaziale delle discontinuità, ricavati dal rilevamento strutturale dei fronti di cava, sono stati sottoposti ad un'elaborazione statistica di cluster analysis, eseguita con il programma DIPS (Rocscience).

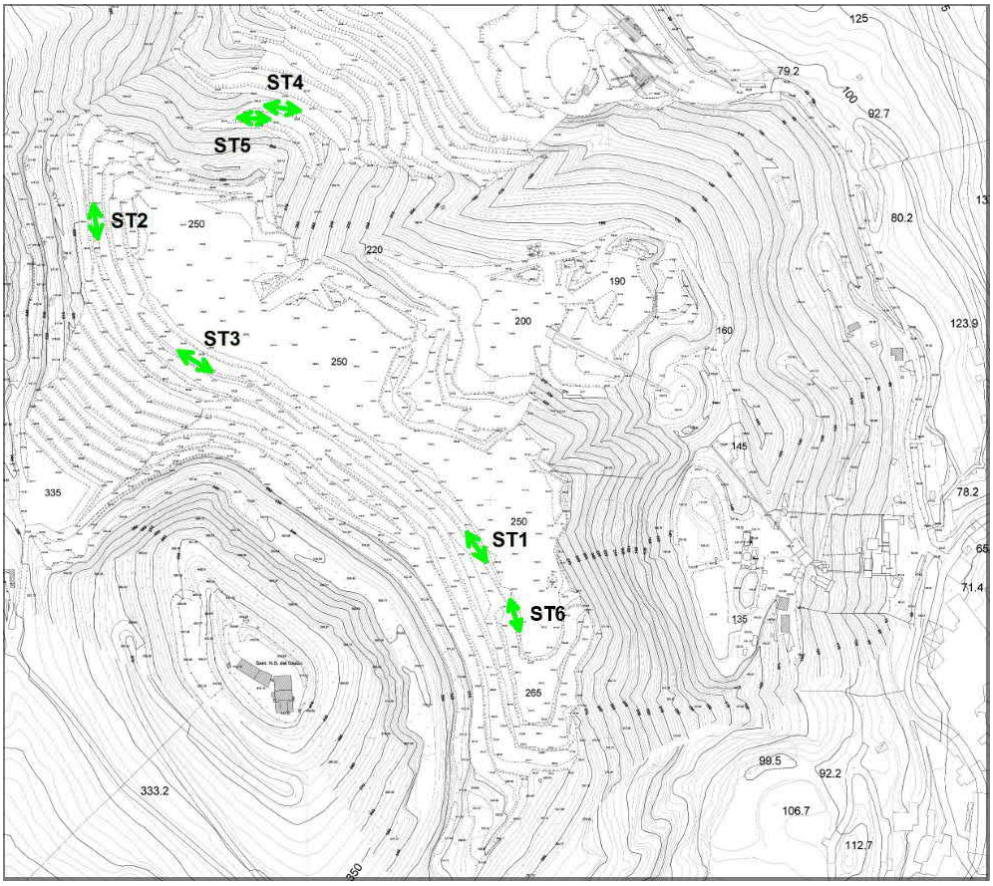


Fig. 5 - Ubicazione degli stendimenti del rilievo geomeccanico.

6.1.1 Caratteristiche delle discontinuità

Nelle dolomie sono stati riconosciuti 5 sistemi di discontinuità significativi (vedi Tabella 6), denominati S, K1, K2, K3, K4.

Per quanto riguarda l'orientazione media dei sistemi di discontinuità rispetto ai rilievi eseguiti in passato, le variazioni sono complessivamente modeste, di pochi gradi sia per la direzione di immersione che per l'inclinazione. K4 è un sistema non identificato nei rilievi degli anni precedenti.

A ciascun sistema è stato attribuito, come rappresentativo della giacitura media (Fig. 5), il valore centrale della distribuzione delle misure, che è stato calcolato con un algoritmo di tipo *fuzzy cluster*.

S (106°/89°) rappresenta la stratificazione delle dolomie, superficie ubiquitaria e di notevole persistenza, cui sono associate raramente faglie di analoga orientazione. Lungo la stratificazione si osservano localmente fenomeni di dissoluzione, con formazione di cavità sub-verticali di apertura decimetrica talora con concrezioni calcaree.

K1 (195°/55°) ha una frequenza di circa l'8% del totale delle misure di discontinuità di frattura, ed è caratterizzato da persistenza prevalentemente metrica. La distribuzione delle misure di K1 mostra una buona costanza della direzione, con dispersione più accentuata dell'inclinazione.

K2 (026°/75°, frequenza di circa il 15%), K3 (359°/81°, frequenza intorno all'11%) e K4 (056°/80°, con frequenza intorno al 9%), sono tutti sistemi caratterizzati da immersione compresa tra N e NE, con inclinazione mediamente elevata. Il sistema K4, caratterizzato da presenza sporadica nei rilievi precedenti, ha assunto maggiore frequenza nei fronti attuali, ed è stato quindi introdotto nelle verifiche di stabilità.

Il sistema di faglie più importante in cava (F1, Fig. 6) con direzione NO – SE ed immersione verso NE, affiora più frequentemente nei fronti attuali rispetto al passato. Ne è stata valutata l'influenza sulle condizioni di stabilità per il fronte 70°.

Sistema	S	K1	K2	K3	K4
Orientazione	106°/89°	195°/55°	26°/75°	359°/81	56°/80°
Lunghezza	10 m – 20 m	< 1m, 1-3 m rara	< 1m e 1-3 m, 3-10 m (rara)	< 1m (prevalente) 1-3 m	< 1m (prevalente) 3-10 m
Spaziatura	20-60 cm (prevalente) 6 20 cm 60-200 cm	6-20 cm (prevalente) 2 6 cm	6-20 cm (prevalente) 2 6 cm	6-20 cm e 2-6 cm	6-20 cm e 2-6 cm
Scabrezza	planare/ ondulata, rugosa	Planare, talora ondulata, liscia	planare, ondulata, liscia, talora rugosa	Prevalentemente ondulata, planare, rugosa	Planare, Ondulata, liscia
JRC	12 – 14 prevalente	2 - 4	14 - 16 prevalente	-	-
Apertura	chiusa, talora aperta (dissoluzione)	chiusa, raramente aperta	chiusa	Chiusa, talora aperta	chiusa
Condizioni d'alterazione	da debolmente a moderatamente alterata	da non alterata a debolmente alterata	da non alterata a moderatamente alterata	da debolmente alterata a non alterata	da debolmente alterata a non alterata
Riempimento	argilla, marna	calcite rara	calcite, breccia	calcite, breccia	
Presenza d'acqua	assente	assente	assente	assente	assente
JCS	100±20 Mpa	-	80±15 Mpa	-	

Tabella 6 - Caratterizzazione delle famiglie di discontinuità dell'ammasso roccioso in dolomie.

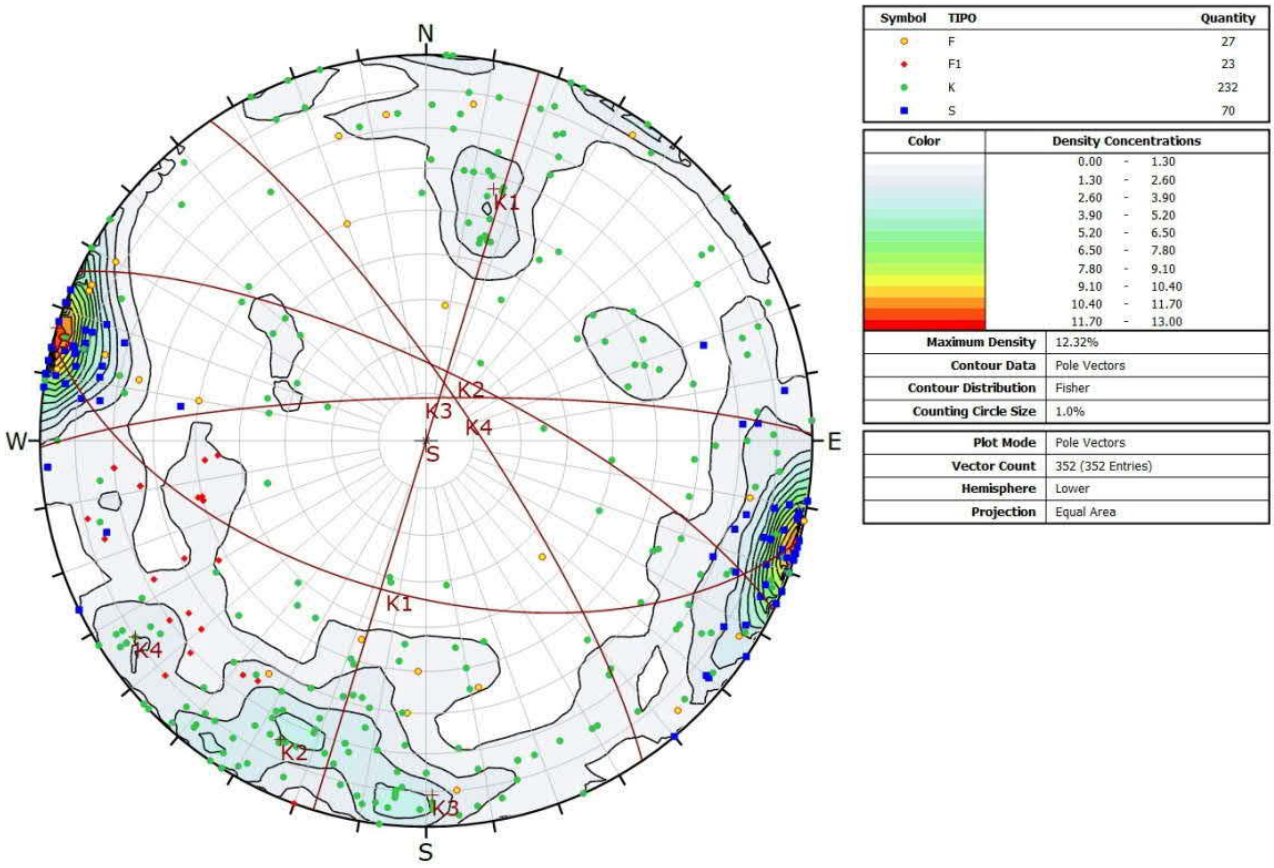


Fig. 6 - Proiezione equiareale sulla semisfera inferiore delle discontinuità rilevate nelle dolomie.

6.1.2 Classificazione RMR dell'ammasso roccioso

La valutazione delle caratteristiche di resistenza degli ammassi rocciosi del giacimento è stata eseguita utilizzando la classificazione RMR di Bieniawski. La resistenza alla compressione monoassiale è stata stimata sulla base dei dati ricavati dalle misure sclerometriche.

Il valore di RQD è stato calcolato mediante la relazione empirica proposta da ISRM (1978):

$$RQD = 115 - 3.3Jv$$

con Jv = somma del numero di discontinuità per metro per ciascun sistema di discontinuità, risultando uguale a circa il 40%.

Nella Tabella 7 sono riportati i valori base della classificazione, gli indici BRMR e i parametri di resistenza degli ammassi rocciosi, ottenuti impiegando le espressioni:

$$c\ (kPa) = 5\ BRMR$$

$$f\ (°) = 5 + (0.5\ BRMR)$$

Parametri	Valore	Rating
Resistenza alla compressione monoassiale	50-100 Mpa	7
RQD	25% - 50%	8
Spaziatura delle discontinuità	6 – 20 cm	8
Condizioni delle discontinuità	-	19
Condizioni idrauliche	Drenate	15
INDICE BRMR		57
Coesione (kPa)		285
Angolo d'attrito (°)		33.5

Tabella 7 - Caratterizzazione dell'ammasso roccioso nelle dolomie.

6.2 Caratterizzazione dei materiali non litoidi

I materiali non litoidi sono costituiti dai rifiuti d'estrazione e dai limi di lavaggio.

6.2.1 Rifiuti d'estrazione

I rifiuti d'estrazione sono costituiti da materiali con abbondante componente limoso-argillosa, presenti localmente come intercalazioni all'interno del giacimento e derivanti dall'alterazione delle rocce e dal successivo accumulo.

La curva granulometrica di questi materiali è piuttosto estesa, dall'argilla ai ciottoli, con prevalenza delle classi limoso-sabbiose.

6.2.2 Limi di lavaggio

Si tratta di materiali fini derivanti dal trattamento di lavaggio e classificazione del minerale nel corso della lavorazione in impianto.

La curva granulometrica del materiale ricade nel campo dei limi (0,06-0,002 mm), pur potendo presentare trascurabili "code" di argilla e di sabbia fine (vedi certificati di prova allegati al testo).

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche dei limi sulla base delle prove ed analisi eseguite risulta che:

- per la classifica AGI 1990 sono composti da: 0% ghiaia, 3,9% sabbia, 72,0% limo, 24% argilla
- hanno buone caratteristiche di impermeabilità all'acqua

- rispettano i limiti del Test di cessione di cui alla tabella dell'allegato 3 al DM 5 febbraio 1998 (recupero rifiuti non pericolosi con procedure semplificate)
- rispettano i limiti di cui alla Tab. A dell'allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006 (CSC relative a suolo in siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).

I certificati delle analisi di laboratorio relative a questi materiali sono presentate in allegato.

7 CARATTERISTICHE DEL GIACIMENTO COLTIVABILE

La Cava Giunchetto è in attività dall'inizio del 1900 per l'approvvigionamento della materia prima all'annesso impianto di produzione di calce e di inerti per usi industriali e per costruzioni civili.

La cava costituisce una fonte importante di materiali per l'industria delle costruzioni nel territorio genovese e per l'industria siderurgica.

Le riserve di materiale estraibile autorizzate sulla base dei progetti attualmente in corso di realizzazione ammontano, in Cava Giunchetto, a circa 2,5 milioni di metri cubi.

Nel 2004-2005 la Cava Giunchetto fu individuata come fonte di approvvigionamento di una quota importante degli inerti necessari per la realizzazione del progetto della Linea ferroviaria ad Alta Capacità – Alta velocità Milano – Genova – Terzo Valico dei Giovi (CL.1 Giunchetto) e come sito per la messa a dimora di parte del materiale di risulta derivante dallo stesso intervento (RAL.1 Giunchetto).

La Cava Giunchetto risulta inoltre inserita nel Piano Territoriale regionale della attività di cava (LR n. 63/1993, approvato dal Consiglio Regionale in data 29.02.2000) come cava di "Tipo C", per le quali sono consentite solo modifiche al piano di coltivazione che non comportino aumenti del volume estraibile.

Il progetto di coltivazione e recupero ambientale della cava è stato rinnovato nel giugno 2004 per 10 anni (Delibera Giunta Regionale 25.06.2004, n° 668), confermando sostanzialmente quanto già autorizzato in precedenza.

Nel 2010 è stato proposto ed approvato l'adeguamento del progetto autorizzato al programma delle opere della Linea Ferroviaria AV/AC Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi" (Delibera CIPE n. 80 del 29.03.2006), che prevede l'utilizzo della Cava Giunchetto per la fornitura di inerti e per la collocazione di parte dei materiali di smarino delle gallerie ferroviarie.

Il volume di materiale T.V. estraibile entro i limiti definiti nel progetto di coltivazione, a partire dalla situazione attuale (rilievo del dicembre 2016), ammonta a circa 2,5 Mm^3, pari a circa 6,2 Mt.

Detraendo il volume destinato ai lavori del Terzo Valico dei Giovi, pari a circa 1 Mm^3, il volume netto di T.V. destinato all'uso interno dell'Azienda ammonta a circa 1,5 Mm^3, pari a 3,8 Mt. Si tratta di un quantitativo sufficiente per approvvigionare l'impianto per 10 anni circa.

7.1 Stima dei volumi movimentati

7.1.1 Tout-venant di cava

Al momento della stesura del presente documento si conferma il quantitativo annuo di materiale previsto nel progetto originario per l'esercizio normale dell'Azienda, pari a 160.000 m^3/anno (400.000 t/a).

La richiesta di inerti per il Terzo Valico dei Giovi, stimabile intorno a 180.000 m^3 medi all'anno, pari a circa 450.000 t/a, per un periodo di almeno 6 anni, non viene qui presa in considerazione, facendo parte di un altro progetto e di accordi attualmente non ancora perfezionati. Va tuttavia segnalato che relativamente al progetto del Terzo Valico dei Giovi esiste un contratto di fornitura, già firmato, di circa 2.200.000 tonnellate di inerti: si tratta di un quantitativo che, se estratto, potrebbe incidere sensibilmente sulle riserve e sulla vita residua della cava.

La coltivazione prevista dalla Variante sarà limitata all'interno dell'area prevista dal progetto originario, fatta salva la riduzione della superficie coinvolta nel settore Sud (vedi la definizione del limite autorizzato e del limite di Variante nel dis. D02).

7.1.2 Limi di lavaggio

Si tratta di materiali fini derivanti dal trattamento di lavaggio e classificazione del minerale nel corso della lavorazione in impianto. Il volume di limi di lavaggio che si prevede di produrre nel corso dell'intero sviluppo del progetto sono stimati in 180.000 m^3 (pari a circa 360.000 t).

Come previsto nel Piano di Gestione dei Rifiuti di Estrazione, nei prossimi anni si prevede di poter destinare alla commercializzazione come sottoprodotto un quantitativo di limi variabile da 50 a 100.000 tonnellate e di destinare la restante parte (260-310.000 t, pari a 130-155.000 m^3 in mucchio) ad accumulo definitivo in cava. Considerando che il cumulo può ospitare un volume totale di 950.000 m^3, risulta una disponibilità di circa 800.000 m^3 di vuoto per ospitare sia eventuali sterili di origine interna sia terre e rocce da scavo provenienti dall'esterno.

7.1.3 Rifiuti d'estrazione

Si tratta di materiali con abbondante componente limoso-argillosa, presenti localmente come intercalazioni all'interno del giacimento, derivanti dall'alterazione delle rocce e dal successivo accumulo.

La curva granulometrica di questi materiali è piuttosto estesa, dall'argilla ai ciottoli, con prevalenza delle classi limoso-sabbiose.

Questi materiali vengono recuperati al piede dei coni di gettito e vengono messi a deposito temporaneo in cumulo sulla spianata attiva (vedi tavola D19): successivamente saranno ripresi e utilizzati come sottofondo nelle operazioni di ricarica dei gradoni esauriti e/o come strato protettivo superficiale sui cumuli di limi.

Il volume di "rifiuti di estrazione" che saranno prodotti nel corso dei lavori è stimabile in circa 60.000 m^3.

8 VERIFICHE DI STABILITÀ

Per quanto concerne le verifiche di stabilità dei fronti in roccia e dei cumuli di sterili e terre e rocce da scavo si faccia riferimento alla relazione specialistica specifica **C3668-S02-REV1**.

9 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA- GEOMORFOLOGICA

9.1 Stabilità dei fronti di scavo e del versante al contorno.

I possibili rischi geologici-geomorfologici connessi con la coltivazione della cava riguardano la stabilità dei fronti di scavo e del versante al contorno.

Il fattore principale che può influenzare la stabilità dei versanti è rappresentato dalla modifica della morfologia e della pendenza naturale del rilievo coinvolto nei lavori estrattivi, provocata in particolare dall'abbattimento e dall'asportazione della roccia, e dalla formazione di riporti artificiali (accumuli di materiali sterili).

La stabilità dei fronti di scavo e delle scarpate di riporto costituisce uno degli argomenti fondamentali dei progetti di coltivazione e di abbancamento, dalla cui analisi dipendono le scelte di base progettuali.

L'aspetto della stabilità delle scarpate di scavo e di riporto è stato analizzato nell'ambito della progettazione, elaborando una serie di verifiche analitiche dei fronti nelle diverse geometrie e orientamenti previsti dal progetto; i risultati delle verifiche confermano che con la configurazione geometrica adottata per i fronti di scavo è possibile garantire condizioni di buona sicurezza sia a breve che lungo periodo, prevenendo il rischio di instabilità.

Sulla base dell'analisi dell'orientazione e geometria delle superfici artificiali previste in progetto, delle caratteristiche geologico-strutturali delle rocce che formeranno le future scarpate, delle caratteristiche geotecniche e delle condizioni al contorno, sono stati stabiliti limiti, geometrie e pendenze di progetto per i pendii di scavo e di riporto; le condizioni di stabilità ottenibili a lungo termine sono state quindi verificate mediante analisi quantitativa (C3668-S02-REV01, Verifiche di Stabilità).

Il risultato delle analisi conferma che, operando secondo i limiti e le prescrizioni stabilite in progetto, è possibile ottenere superfici di abbandono in scavo e in riporto stabili a lungo termine.

Si può quindi escludere che sotto tale punto di vista esista un rischio apprezzabile di decadimento della stabilità dei fronti sia in corso d'opera che al termine dei lavori.

Per quanto riguarda più specificamente la prevenzione dei rischi o dei danni (soprattutto a carico degli addetti) connessi con le operazioni sui fronti in attività e con la loro stabilità, secondo la prassi normale di gestione delle cave è previsto il controllo continuo e meticoloso dei fronti da parte dei responsabili dei lavori, la valutazione accurata delle condizioni locali delle rocce ed l'esecuzione di sistematiche operazioni di pulizia e disgaggio, dopo le volate, utilizzando macchine di dimensioni idonee. Nell'ambito dei controlli è inoltre prevista, nel caso sia ritenuto necessario, l'esecuzione di indagini specifiche a carattere puntuale, per verificare l'eventuale necessità di interventi particolari o di modifica delle geometrie dei fronti in funzione di diversi parametri riscontrati.

Si ritiene pertanto che le modalità di gestione dei lavori siano adeguate a garantire un elevato grado di sicurezza nella prevenzione di interferenze negative anche da parte di fattori accidentali non quantificabili con precisione a livello di progetto.

9.2 Sfruttamento delle risorse naturali

Per quanto riguarda lo sfruttamento delle risorse naturali, nel caso specifico della risorsa mineraria costituita dalla dolomia, analizzando l'uso previsto in progetto rispetto ad altri usi alternativi possibili.

Il minerale sfruttato dalla cava rientra nella categoria dei minerali industriali, che per definizione sono materiali dotati di basso valore unitario e che hanno la caratteristica interessante di essere prodotti e commercializzati in "quantitativi industriali" e di originare conseguentemente volumi di fatturato importanti

Nel caso specifico il minerale estratto viene utilizzato in parte per la produzione di calce e di prodotti industriali, uso che costituisce un'evidente valorizzazione della materia prima, ed in parte per soddisfare il fabbisogno di inerti per opere di carattere pubblico e di interesse nazionale che saranno realizzate a distanze contenute, riducendo quindi al minimo l'impatto ambientale del trasporto rispetto a differenti soluzioni di approvvigionamento.

Sotto tale punto di vista si può quindi affermare che l'attività di sfruttamento del giacimento della Cava Giunchetto risponde a requisiti di corretto e razionale sfruttamento della risorsa naturale e non contiene elementi di spreco o di cattivo uso.

9.2.1 Suolo e uso del suolo

L'impatto sul suolo riguarda le zone interessate dall'avanzamento del fronte di cava e in particolare dalle operazioni di scopertura del giacimento. Nella variante al progetto in esame, la coltivazione procederà sostanzialmente all'interno del perimetro già compromesso dall'attività estrattiva, coinvolgendo una superficie non ancora manomessa di circa 1.500 m^2 al limite SE della spianata attiva di quota 242 m.

In linea più generale, i suoli che si ripristineranno al termine dell'attività estrattiva sulle aree oggetto di scavo risentiranno della modificazione di vari fattori che influenzano la pedogenesi e che possono ostacolare lo sviluppo della vegetazione. Tra questi si osservano la tessitura fortemente squilibrata, le alterazioni del regime idrologico, la scarsità di sostanza organica e di altri nutrienti, la profondità molto limitata, la compattezza del substrato roccioso, la modificazione irreversibile della geomorfologia.

Particolari difficoltà si incontreranno sull'alzata dei gradoni dismessi, dove lo sviluppo del suolo risulterà molto difficile in tempi brevi e sarà comunque molto lento e discontinuo.

I processi pedogenetici e le caratteristiche pedologiche del sito dismesso saranno per molti versi assimilabili a quelle di suoli a uno stadio evolutivo iniziale. In queste condizioni la possibilità di rigenerare rapidamente un suolo fertile è strettamente correlata all'attività biologica conseguente alla buona riuscita del recupero ambientale.

Non sono invece previsti problemi di stabilità del versante in conseguenza delle modifiche nella morfologia conseguenti allo scavo, alla formazione di riporti di materiale di scarto e alla realizzazione

della viabilità di servizio. Il progetto prevede infatti, in funzione delle caratteristiche geologico-strutturali delle rocce, i limiti dimensionali, le forme e le pendenze più adeguate alle scarpate sia in scavo che in riporto.

Dal punto di vista ambientale l'asportazione del suolo può essere vista come una riduzione della variabilità dell'area interessata e una perdita di complessità nella componente pedologica degli ecosistemi.

Va considerato infine che la superficie interessata dall'attuazione del progetto risulta infatti essere assai modesta rispetto all'ambito vallivo in cui è collocato il sito.

Pur non essendo possibile, per i motivi sopra espressi, il totale ripristino, al termine dei lavori, delle condizioni pedologiche originarie, il recupero ambientale avrà tuttavia lo scopo di ripristinare in tempi il più possibile ridotti suoli dotati di fertilità sufficiente a consentire la progressiva affermazione di una copertura forestale stabile.

Una priorità per ridurre l'impatto è costituita dalla conservazione del suolo precedentemente scoticato in cumuli inerbiti per evitarne il dilavamento. Ugualmente importante sarà la ridistribuzione nel corso del recupero nel rispetto della stratigrafia originaria.

Una scelta che si impone necessariamente in relazione alla quantità di suolo limitata rispetto alle esigenze, nel rispetto delle priorità naturalistiche attribuite dalla pianificazione al recupero del sito, sarà quella di destinare questa risorsa naturale alla ricostituzione degli habitat di maggior pregio, rappresentati dalle superfici a prevalente copertura erbacea.

Fatte queste premesse si può ritenere che, in tali condizioni, l'impatto sul suolo riferito alla presente variante sia da considerarsi complessivamente di lieve entità, in relazione all'area coinvolta dalla variante in progetto, ed inoltre parzialmente reversibile nel medio-lungo periodo, grazie alla previsione di corrette tecniche di sistemazione ambientale.

10 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER IL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda il quadro programmatico del territorio, nello Studio di Impatto Ambientale presentato Contestualmente alla presente richiesta di Variante (C3668-S03), sono stati assunti come riferimenti tutti gli strumenti di programmazione e pianificazione vigenti, sia di livello comunale, sia di livello sovraordinato. Nei capitoli seguenti sono illustrate le implicazioni che i vari strumenti hanno sul territorio in esame.

Nella presente relazione invece, conformemente a quanto previsto dalle "Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterrano e opere connesse (parte II, Appendice 1)" del D.G.R. n.141 del 12/03/2008, vengono esplicitati esclusivamente i vincoli relativi agli aspetti idrogeologici.

10.1.1 Piano di Bacino della Provincia di Genova

Il Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico del T. Chiaravagna (D.G.R. n. 111 del 13/02/2017) così come redatto dall'Autorità di Bacino Regionale definisce per il suddetto bacino i) la suscettività al dissesto, ii) le fasce d'inondabilità, iii) il rischio idraulico e iv) il rischio geologico.

Per quanto riguarda la suscettività al dissesto, di cui si riporta un estratto della carta in Fig. 7, l'ambito estrattivo di Cava Giunchetto ricade in un'area oggetto di accordo di programma approvato con D.G.R. n. 1047 del 7/8/2012; in questo settore eventuali criticità saranno evidenziate nel corso delle periodiche verifiche di stabilità dei fronti di scavo che sono periodicamente eseguite come da progetto.

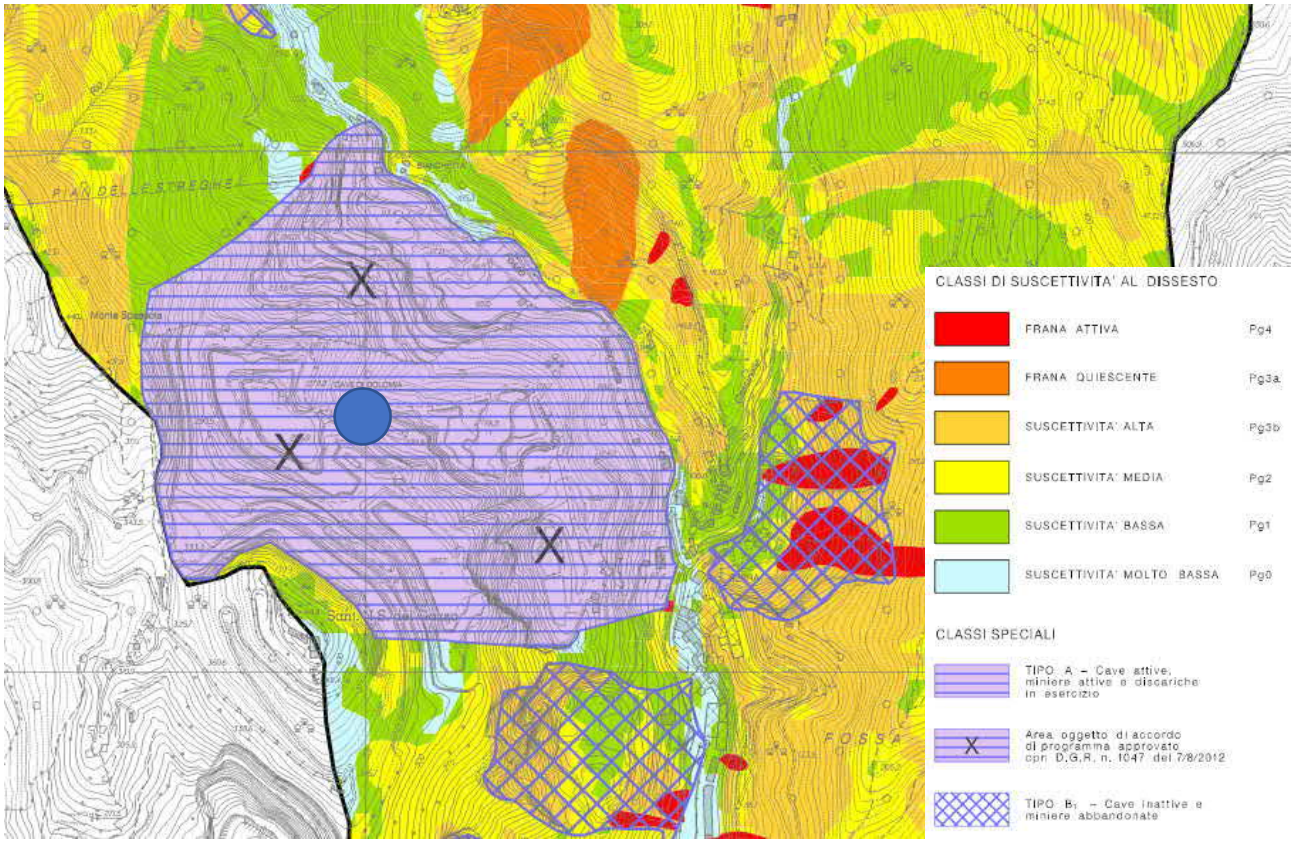


Fig. 7 - Stralcio della Carta della suscettività al dissesto (Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico, Amb. 13, T. Chiaravagna). In blu è indicata la posizione della Cava Giunchetto.

Il T. Chiaravagna, in prossimità della Cava Giunchetto presenta un alveo sensibilmente inciso e le relative fasce di inondabilità sono molto ridotte e si estendono per poche decine di metri lungo le due sponde. L'area di cava non risulta in alcun modo interessata dalle suddette fasce di inondabilità.

Anche per quanto riguarda gli aspetti relativi al Rischio idraulico e al Rischio Idrogeologico, la Cava Giunchetto ricade in un'area oggetto di accordo di programma approvato con D.G.R. n. 1047 del 7/8/2012, pertanto eventuali situazioni di rischio saranno affrontate nell'ambito del suddetto programma (Fig. 8).

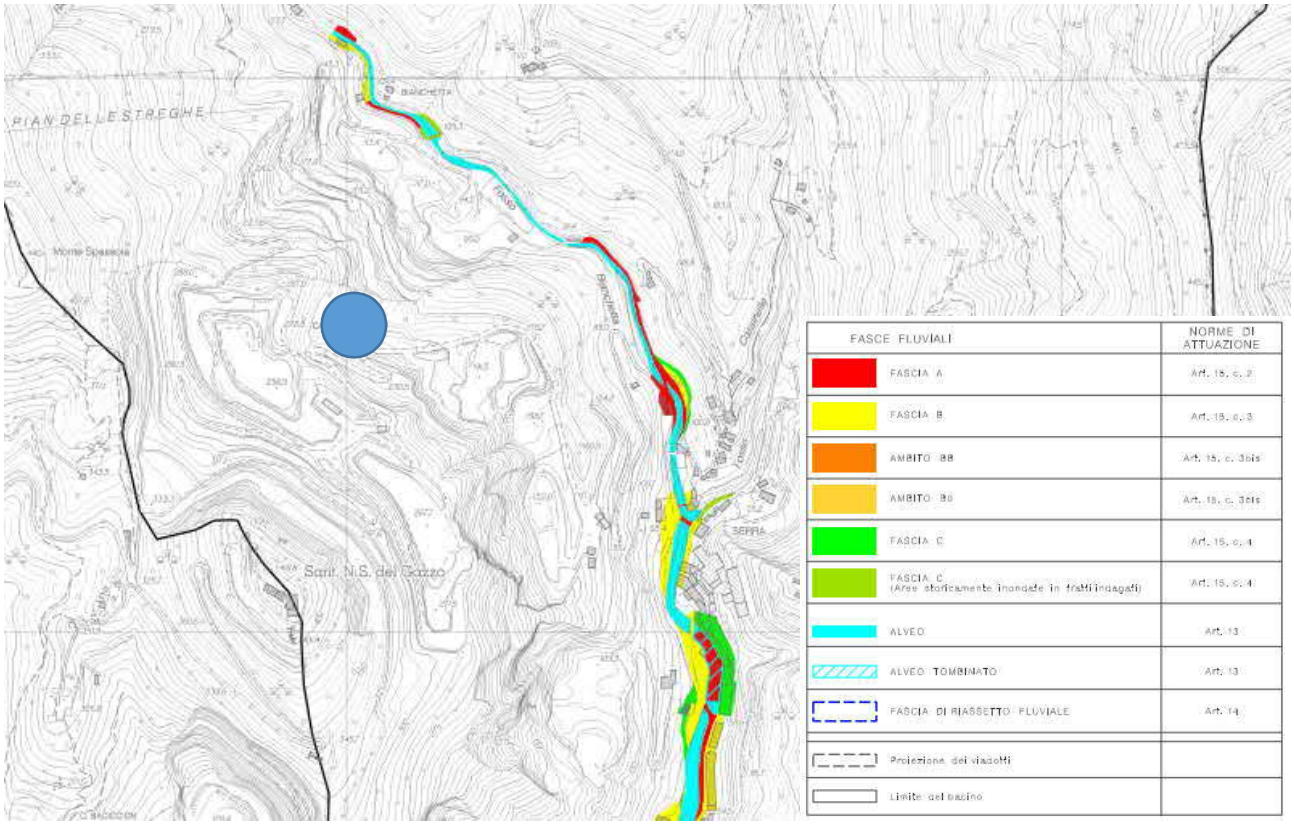


Fig. 8 - Stralcio della Carta delle fasce di inondabilità e degli ambiti normativi (Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico, Amb. 13, T. Chiaravagna). In blu è indicata la posizione della Cava Giunchetto.

10.1.2 Pianificazione comunale

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) oggi vigente è stato approvato con D.D. 2015-118.0.0.-18 del 27/11/2015.

Il Piano è organizzato su tre livelli:

☐ Livello 1 (Livello territoriale di Area Vasta): raffigura la collocazione di Genova nel contesto del Mediterraneo, dell'Europa e del nord-ovest d'Italia

☐ Livello 2 (Livello urbano di Città): configura tutti i sistemi che costituiscono la struttura insediativa e infrastrutturale del territorio urbano

☐ Livello 3 (Livello locale di Municipio): disciplina l'assetto urbanistico, geologico, paesistico e ambientale del territorio per i singoli Municipi e per il centro storico urbano.

Per quanto riguarda la normativa il Piano suddivide il territorio in Ambiti di conservazione e riqualificazione e Distretti di trasformazione, ciascuno dotato di norme specifiche.

Ciascun ambito è dotato di una disciplina che definisce le funzioni ammesse, principali e complementari, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, di sostituzione edilizia e di nuova costruzione e gli interventi di sistemazione degli spazi liberi e della viabilità pubblica.

Per quanto riguarda gli ambiti estrattivi e con la relativa pianificazione territoriale, il PUC recepisce le indicazioni stabilite nel vigente Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava approvato nel 2000 e successivamente variato nel 2008.

Considerato il carattere temporaneo dell'attività estrattiva, le aree individuate dal PTRAC come idonee alle attività di escavazione sono assoggettate ad una specifica disciplina urbanistica per definirne la destinazione finale, anche al fine degli interventi di ripristino ambientale da realizzarsi alla conclusione del programma di coltivazione. A tal fine nella cartografia urbanistica del PUC, buona parte dei versanti del Monte Gazzo, compresa l'area estrattiva di Cava Giunchetto, vengono individuati come Distretto di Trasformazione (cod. 30 Monte Gazzo). Su tali aree sono previste complesse modifiche dell'assetto urbanistico e territoriale, per le quali il PUC definisce gli obiettivi e i criteri guida della trasformazione, rinviando ad una fase successiva di progettazione specifica la definizione degli interventi da attuare.

L'area di trasformazione comprende al suo interno la propaggine di un'area destinata a "Parchi di interesse naturalistico e paesaggistico" che nella sua prosecuzione comprende parte del M. Gazzo con il relativo santuario e si estende sul versante a NW dell'area estrattiva, coincidendo per buona parte con la zona del SIC Monte Gazzo; nella zona destinata a parco è compresa anche la fascia sommitale della cava ormai esaurita e sistemata.

La previsione di recupero naturalistico delle aree sfruttate dalla cava è in accordo con gli obbiettivi della pianificazione locale.

11 PROGRAMMA DEI LAVORI DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE

11.1 Programma previsionale dei lavori

In accordo con la normativa regionale vigente, la durata del progetto e le relative fasi di lavoro non sono da ritenersi vincolate a tempistiche definite ma dipendono piuttosto dalle soluzioni produttive adottate di volta in volta dalla ditta e più in generale dalle esigenze di mercato.

Ciò stante, viene di seguito presentata una soluzione che prevede la coltivazione delle riserve per complessivi 10 anni circa. Le fasi di lavoro previste sono riassunte schematicamente nel cronoprogramma di Fig. 1 e di seguito illustrate.

3.6.1 Attività di coltivazione - situazione a "quota 200"

Prosecuzione dell'attività estrattiva, nella porzione superiore della cava, in modo alterno, lungo tutto il fronte con direzione NW-SE, fino a quota 200 circa.

Si precisa che la quota 200 non è da ritenersi un vincolo di cronoprogramma dei lavori ma si tratta soltanto di una scelta logica di organizzazione della coltivazione, che può essere derogata in ragione degli aspetti legati alle necessità produttive, alle tempistiche di realizzazione o alla qualità del materiale estratto.

Contestualmente alle attività di produzione è previsto lo stoccaggio temporaneo degli sterili nei bacini disponibili nell'area dello stabilimento come indicato in tavola D19.

11.1.1 Recupero ambientale - situazione a "quota 200"

Integrazione della rete idrica e recupero ambientale dei fronti esauriti/in abbandono, secondo le modalità presentate nel paragrafo 6.3.

11.1.2 Realizzazione di un cumulo intermedio di limi di lavaggio e terre e rocce da scavo - situazione a "quota 200"

Nel progetto originario era stata prevista la realizzazione, nel settore Nord della cava tra le quote 200 e 280, di un cumulo destinato ad ospitare i limi di lavaggio derivanti dalla produzione di inerti annessa alla stessa cava e le terre e rocce da scavo provenienti dai lavori del Terzo Valico dei Giovi; nella Variante si prevede di mantenere la configurazione di scavo di progetto e di confermare il riempimento del vuoto di scavo con materiali di risulta da scavi.

La realizzazione del cumulo, oltre a risolvere il problema della collocazione dei materiali in questione, avrà anche una funzione di mascheramento e rimodellamento morfologico del fronte in roccia e di predisposizione di un substrato più adatto per il reinsediamento della vegetazione.

Il deposito dei materiali di scarto potrà essere avviato già nel corso della coltivazione, appena sarà stata raggiunta con il ribasso la quota 200 e sarà stato completato l'arretramento e l'esaurimento del settore Nord del fronte con formazione di un ampio piazzale al piede.

Il volume di limi di lavaggio che si prevede di produrre nel corso dell'intero sviluppo del progetto sono stimati in 180.000 m^3 (pari a circa 360.000 t).

Come previsto nel Piano di Gestione dei Rifiuti di Estrazione, nei prossimi anni si prevede di poter destinare alla commercializzazione come sottoprodotto un quantitativo di limi variabile da 50 a 100.000 tonnellate e di destinare la restante parte (260-310.000t, pari a 130-155.000 m^3 in mucchio) ad accumulo definitivo in cava. Considerando che il cumulo può ospitare un volume totale di 950.000 m3, risulta una disponibilità di circa 800.000 m3 di vuoto per ospitare sia eventuali sterili di origine interna sia terre e rocce da scavo provenienti dall'esterno.

Nel corso della realizzazione del cumulo saranno contestualmente avviate le attività di recupero ambientale delle scarpate.

11.1.3 Attività estrattiva - situazione a quota 136

Prosecuzione dell'attività estrattiva nella porzione inferiore della cava, in modo alterno, lungo tutto il fronte con direzione NW-SE, fino ad esaurimento della coltivazione, quota 136 circa.

Contestualmente alle attività di produzione è previsto lo stoccaggio temporaneo degli sterili nei bacini disponibili nell'area dello stabilimento.

11.1.4 Recupero ambientale - situazione a "quota 136"

Integrazione della rete idrica e recupero ambientale dei fronti esauriti/in abbandono, secondo le modalità presentate nel paragrafo 6.3.

11.1.5 Realizzazione del cumulo inferiore di terre e rocce da scavo - situazione finale

All'esaurimento della coltivazione la morfologia della porzione inferiore della cava presenterà un fronte a gradoni e alzate in roccia orientato secondo due allineamenti principali (approssimativamente N-S ed E-W), nettamente incavato rispetto al versante adiacente, limitato alla base da un ampio piazzale disposto su due livelli.

Ai fini di un più adeguato reinserimento dell'area compromessa dai lavori nel contesto del paesaggio locale, all'esaurimento dell'attività estrattiva si prevede di rimodellare il vuoto di scavo realizzando un grande rilevato di riporto contro il fronte residuo in roccia a partire dalla quota del piazzale di base.

La scarpata di riporto, come si può vedere nei diss. D04 e D09, mantenendosi nei limiti di una pendenza idonea ai fini della stabilità (inclinazione di inviluppo pari a circa 23-24°), si potrà estendere fino alla quota massima 235 m; il piazzale residuo sarà limitato a due aree di dimensioni contenute, ancora utilizzabili per un adeguato controllo delle acque meteoriche.

L'insieme delle scarpate di riporto previste in progetto (di cui una già realizzata) potrà garantire la copertura di oltre il 50% del fronte in roccia, mitigando fortemente l'impatto visivo delle superfici artificiali; nel contempo la ridotta inclinazione delle scarpate di riporto potrà consentire la ricostituzione della coltre di suolo e dello strato vegetale in continuità su tutta la superficie, migliorando ulteriormente il recupero ambientale del sito degradato.

Il volume di materiale ospitabile nel cumulo rappresentato nei diss. D04 e D09 ammonta a circa 1 milione di m^3.

11.1.6 Ripristino ambientale - situazione finale

Integrazione della rete idrica, ripristino finale dei gradoni di cava, dei piazzali e dei cumuli, secondo le modalità presentate nel paragrafo 6.3.

Attività di manutenzione delle aree verdi.

11.2 Analisi incidentale e dei rischi durante ed al termine dell'attività

L'attività estrattiva svolta nel sito in oggetto rientra nell'ambito delle attività soggette alla normativa specificatamente stabilita per le miniere e le cave ai fini della sicurezza e salute dei lavoratori addetti.

Da tempo l'argomento "sicurezza e igiene del lavoro" con riferimento al campo minerario è trattato dalla legislazione nazionale quale capitolo separato nell'ambito più generale del settore industriale.

Il legislatore, a partire dal 1959, ha definito, con il DPR 9 aprile 1959, n. 128, le "Norme di Polizia delle Miniere e Cave"; le disposizioni in esso contenute si collocano nell'ambito della legislazione sulla prevenzione degli infortuni e sull'igiene del lavoro, sviluppatasi con norme generali a metà degli anni '50 (DPR 27 aprile 1955, n. 547 – ora abrogato dal D. Lgs. 81/08) e subito dopo con norme specifiche integrative per i singoli settori di attività speciali, tra cui quella mineraria appare come particolarmente delicata per le condizioni di pericolo e di disagio in cui si svolge.

La complessità dei problemi da trattare ha giustificato la mole delle norme tecniche, a partire dal testo fondamentale nel DPR n. 128/59, costituito da quasi 700 articoli, peraltro non esaustivi della materia.

Successivi Decreti e Leggi hanno via via aggiornato parte del testo originale del DPR 128/59 (p. es. DL 246/84) e approfondito particolari argomenti, ampliandone la trattazione; è questo il caso della coltivazione degli idrocarburi e dei minerali radioattivi.

L'auspicata revisione radicale del testo di Polizia Mineraria dovrebbe aggiornare la normativa comprendendo le tecnologie avanzate, ormai di uso comune nelle attività minerarie.

A ribadire la specificità del settore estrattivo sono il D. Lgs.626/94, successivamente aggiornato con il D. Lgs. 81/2008 (Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro), che rimandano, per i luoghi di lavoro dell'industria estrattiva, allo specifico Decreto Legislativo 25 novembre 1996 n. 624 (Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee).

Il D. Lgs. 624/94 aggiorna e integra il DPR 128/59 nelle parti inerenti le figure gestionali e responsabili della sicurezza e, in alcuni casi, la parte inerente gli aspetti veri e propri di igiene e sicurezza del lavoro.

Capitolo fondamentale del D. Lgs. 624/96 è la definizione del "Documento di Sicurezza e Salute" (DSS) che, a partire dal giugno 1997, ha assunto il ruolo di documento base per la gestione in sicurezza di un cantiere, sia per le cave sia per le miniere. Il documento DSS approfondisce ed integra il documento di Valutazione del Rischio (DVR) già previsto dal D. Lgs. 81/2008 e, nel caso di operazioni eseguite con la collaborazione di unità esterne (ditte appaltatrici), coordina tra i singoli soggetti operativi gli aspetti di salute e sicurezza sul lavoro in maniera completa.

Il Documento di Sicurezza e Salute analizza dunque i vari aspetti gestionali di sicurezza e ha come scopo finale quello di ridurre il rischio sul lavoro, migliorare le condizioni di sicurezza e comfort del lavoro, estendendo gli argomenti trattati non solo agli aspetti primari di sicurezza durante le fasi operative, ma anche agli aspetti più generali, meno direttamente interessati dalle fasi operative. È il caso della gestione delle macchine impiegate sul lavoro in termini di acquisto e manutenzione, degli aspetti di stabilità generale dei luoghi di lavoro, della gestione delle squadre di pronto intervento, ecc.

In conclusione, dal punto di vista legislativo e normativo, l'industria estrattiva deve ora fare riferimento ad un valido supporto di regole in grado di garantire, se correttamente applicate, la buona gestione dei lavori nel rispetto dei principi più avanzati dell'igiene e della sicurezza del lavoro.

Le normative riguardanti l'attività estrattiva sono state da sempre recepite dalla UNICALCE, attraverso l'adozione sistematica di procedure operative interne verificate e aggiornate periodicamente, facenti riferimento specifico alle singole fasi di lavorazione, definite con lo scopo di garantire condizioni di sicurezza e di controllo preventivo dei rischi per gli addetti.

Risulta agli scriventi che la società titolare dell'autorizzazione agli scavi presso la cava in oggetto abbia ottemperato correttamente nei tempi e nei modi alla stesura del "Documento di Sicurezza e Salute" DSS e che, nel tempo, abbia provveduto ad aggiornare lo stesso con cadenza programmata.

Una corretta ottemperanza alle norme di Polizia Mineraria e a quelle più generali di Igiene e Sicurezza del lavoro garantisce quindi, oltre all'esecuzione in sicurezza delle varie fasi di lavoro, la generale condizione di salubrità dei luoghi di lavoro di cui non sono solo i lavoratori a giovare, ma l'intera popolazione al contorno.

In conclusione, si deve ritenere che la normativa vigente in materia di sicurezza e igiene del lavoro, quando correttamente attuata, è in grado di garantire la salubrità dei luoghi e la protezione delle persone operanti sia all'interno sia all'esterno dell'area di lavoro, ovviamente per quanto concerne gli aspetti di rischio direttamente correlabili all'attività svolta.

11.2.1 Quadro dei rischi individuati per gli addetti

Nel caso della Cava Costiolo, operando in cantiere personale dipendente con un importante contributo di imprese esterne, è stato elaborato un DSS coordinato, comprendente sia le mansioni di competenza dei dipendenti sia quelle di competenza degli esterni. Il documento è articolato in:

- una parte generale in cui sono definiti i riferimenti di legge e sono individuati i responsabili dei diversi servizi interni, suddivisi in funzione dei ruoli previsti dalle norme
- una parte di dettaglio in cui sono analizzati i fattori di rischio presenti nelle diverse operazioni e postazioni di lavoro e sono stabilite le norme di comportamento per la prevenzione e protezione degli addetti.
- Nell'ambito dei fattori di rischio e degli effetti dannosi prevedibili valutati nel DSS si segnalano alcuni aspetti specifici legati al particolare ambiente di lavoro e ad alcune operazioni peculiari:
- operazioni in quota su superfici create con scavi e riporti artificiali: i rischi più evidenti sono legati alle condizioni di stabilità dei fronti o dei cumuli di riporto e alla possibilità di caduta dai gradoni; gli effetti prevedibili sono lo schiacciamento e le lesioni a tutto il corpo
- operazioni in sotterraneo: i rischi sono legati alle condizioni di stabilità dei vuoti, di salubrità dell'ambiente, in particolare al possibile inquinamento dovuto ai fumi delle volate e dei mezzi operativi: gli effetti prevedibili sono il soffocamento/intossicazione, lo schiacciamento e lesioni di vario genere
- operazioni con esplosivo: i rischi sono legati a scoppio imprevisto determinato da manovre improprie ed a proiezione di materiale; gli effetti prevedibili sono le lesioni gravi e lo schiacciamento
- operazioni di perforazione, disgaggio, smarino, trasporto: i rischi sono legati a urti per cause diverse (movimento in cabina, collisioni con altre macchine, manovre improprie, ribaltamento o caduta in scavi); gli effetti prevedibili sono lo schiacciamento e lesioni di vario genere.

Per quanto riguarda i rischi a carattere generale connessi sia con le operazioni di cava che con quelle in impianto si segnala l'esposizione a caldo/freddo, umidità, polveri nocive, rumori, vibrazioni; gli effetti prevedibili sono le malattie reumatiche, i colpi di calore, le infezioni dell'apparato respiratorio, i danni all'apparato uditivo, i danni all'apparato scheletrico.

Un rischio particolare legato agli impianti di cava è costituito dalle apparecchiature elettriche; il possibile effetto dannoso è l'elettrocuzione.

11.2.2 Azioni previste nel DSS

Le azioni preventive previste nel DSS sono basate su:

- verifica della rispondenza delle opere in progetto, per quanto riguarda la stabilità, a criteri di sicurezza a breve e lungo termine;
- controllo in fase esecutiva delle condizioni e dei parametri reali delle rocce per adeguare, se necessario, le geometrie dei fronti a condizioni diverse rispetto a quelle previste in progetto;
- verifica dell'adeguatezza dell'impianto di ventilazione, per quanto riguarda la salubrità dell'ambiente in sotterraneo;
- utilizzo di macchine e impianti rispondenti alle norme di sicurezza;
- utilizzo dei dispositivi personali di protezione;
- aggiornamento costante delle macchine e degli impianti in accordo con il miglioramento della tecnica e dei dispositivi di protezione;
- informazione e formazione del personale sui rischi, sui dispositivi di protezione, sulle norme di comportamento;
- aggiornamento periodico del personale;
- esame e discussione degli incidenti, valutazione delle cause, interventi di modifica dei dispositivi e/o delle procedure di sicurezza.

11.2.3 Quadro dei rischi individuati per l'ambiente esterno

Gli effetti più significativi determinati dall'attività estrattiva sulle componenti ambientali locali sono quelli legati strettamente alle modifiche apportate al sito (asportazione del suolo e del minerale, variazione della morfologia dei versanti, modifica dei bacini imbriferi e della rete idrica superficiale, creazione di grandi vuoti in sotterraneo, intercettazione di eventuali circuiti idrici sotterranei, emissione di rumori, polveri, fumi, etc.). Si tratta di effetti che non hanno carattere accidentale e che pertanto vanno controllati e mitigati mediante opportune azioni da prevedere in progetto e da applicare accuratamente in fase esecutiva.

I fattori accidentali che possono determinare condizioni di rischio a carico dell'ambiente sono legati a malfunzionamenti dei sistemi o dei dispositivi di prevenzione e difesa, quali, ad esempio: il crollo di blocchi o di porzioni rocciose per cattivo disgaggio o per mancato controllo dei fronti e dei vuoti di scavo, malfunzionamenti della rete idrica artificiale per mancanza di manutenzione, l'incremento di polverosità per insufficiente irrorazione in concomitanza con condizioni di elevata ventosità.

Si esclude invece che esistano condizioni di rischio apprezzabili per quanto concerne sostanze utilizzate in cava, la cui diffusione nell'ambiente possa rappresentare un fattore di inquinamento non controllabile; facendo riferimento in particolare agli stoccaggi di carburanti e lubrificanti, si osserva che si tratta di depositi muniti di adeguati dispositivi di contenimento per il controllo di eventuali sversamenti accidentali, atti ad impedirne la diffusione sul suolo e nelle acque.

11.3 Modalità di recupero ambientale

La sistemazione finale del sito estrattivo prevede, in accordo con gli strumenti di pianificazione vigenti, il recupero a verde dell'intero fronte gradonato e dei piazzali residui.

L'obbiettivo prioritario, sancito dalla normativa stessa in relazione alla presenza di un sito di interesse comunitario, è quello del reinserimento del sito d'estrazione nel contesto naturalistico di cui fa parte.

Il progetto di recupero si pone in continuità con quello precedentemente assentito ma tiene conto della nuova morfologia finale che prevede un cospicuo riporto di sterili sul fronte gradonato a formazione di un pendio continuo, ad acclività contenuta, che dai piazzali di base raggiunge il piano di quota 280 m.

Trattandosi di un procedimento di ricarica progressivo che richiede un periodo lungo per il suo completamento, il recupero dell'intero fronte è stato studiato in due diversi momenti: il breve periodo, che considera la situazione della cava al termine dell'attività estrattiva ed il lungo periodo coincidente con il termine delle operazioni di ricarica con gli sterili del fronte gradonato.

Gli interventi previsti sono sintetizzati graficamente nei disegni D08 e D09 che rappresentano rispettivamente il recupero a breve termine (I fase) e quello a lungo termine (II fase).

Concettualmente si può dire che i morfotipi individuati, e di conseguenza le relative tipologie di recupero, sono sostanzialmente gli stessi nelle due fasi considerate; nella sistemazione prevista nel lungo periodo cambia però la distribuzione spaziale degli stessi con una significativa riduzione del fronte gradonato costituito dalla successione di pedate e alzate e dei piazzali di base, a favore delle superfici di riporto costituenti un pendio dal profilo continuo.

I criteri da adottare nella rinaturalizzazione scaturiscono dall'indagine specifica condotta dalla valutazione d'incidenza sugli habitat del SIC Monte Gazzo e dall'esame complessivo degli impatti condotto nell'ambito del SIA.

Tali criteri possono essere sinteticamente così individuati:

- massima attenzione alla provenienza del materiale vegetale da utilizzare con particolare riguardo all'uso di specie autoctone
- esaltazione della biodiversità ecosistemica con la massima diversificazione degli habitat
- valorizzazione degli habitat di maggiore pregio naturalistico all'interno dell'area di espansione mineraria coincidente con il SIC

Gli aspetti considerati al fine del recupero dell'area estrattiva hanno però interessato altri due ambiti fondamentali, ossia l'assetto idrogeologico e quello paesaggistico; dall'esame delle problematiche ad essi collegate sono scaturiti i criteri guida che hanno determinato le scelte operative proposte nel progetto.

ASSETTO IDROGEOLOGICO

La priorità nella scelta degli interventi è legata alla stabilizzazione del versante interessato ed è conseguente a:

- coltivazione del fronte studiata per il rilascio di una morfologia finale caratterizzata da angoli di inclinazione inferiori al valore limite di stabilità
- ricostituzione dello strato di suolo superficiale idoneo allo sviluppo della vegetazione
- regimazione delle acque di scorrimento superficiale
- interventi antierosivi estensivi mediante l'inerbimento delle superfici rimodellate
- interventi localizzati a fini antierosivi, con tecniche dell'ingegneria naturalistica.

RIQUALIFICAZIONE PAESAGGISTICA

La visibilità del sito impone una particolare attenzione a questa problematica; l'obbiettivo è perseguibile attraverso la riduzione dell'impatto negativo con:

- riporto di una cospicua quantità di sterili in modo da ridurre sensibilmente la parete subverticale delle alzate
- rottura della linearità del fronte con lo smusso del ciglio dei gradoni e con la creazione di rampe di collegamento tra gli stessi
- rimodellamento delle superfici dei cumuli di limi in modo da ottenere profili ondulati e raccordati all'intorno
- ricostituzione della copertura vegetale con funzione di mascheramento, esaltandone la variabilità morfologica ed i cromatismi.

Nell'ottica di una visione globale delle varie problematiche si è cercato, con gli interventi pianificati, di conciliare le esigenze non sempre coincidenti del recupero naturalistico e paesaggistico con quelle irrinunciabili dell'assetto idrogeologico, quanto mai importante in un contesto ambientale assai problematico sotto questo profilo.

Va sottolineato come la variante oggetto della presente richiesta autorizzativa, che prevede il rimodellamento complessivo del fronte gradonato mediante riporto di un grande volume di materiale, costituisca l'elemento più qualificante del progetto sotto il profilo paesaggistico, consentendo di prospettare il ripristino di un pendio dai contorni più naturali e di un assetto morfologico generale correttamente inserito nel contesto dei versanti limitrofi.

11.3.1 Zonizzazione degli interventi

In rapporto alla morfologia finale, il progetto di recupero ambientale considera le operazioni di rinaturalizzazione in base a più zone d'intervento, individuabili in funzione della diversa giacitura ed

esposizione, che pur mantenendo comune la destinazione finale di tipo naturalistico suggerita dal presente progetto di recupero, comportano il ricorso a interventi di sistemazione diversi tra loro.

I morfotipi derivanti da quanto previsto dal progetto di coltivazione sono i seguenti:

- Fronte gradonato: si estende da S a NW con una serie regolare di alzate e di pedate che dalla sommità del rilievo digradano sul piazzale basale; l'area interessata dai nuovi interventi di recupero è compresa tra le quote 250 m (gradone intermedio) e 136 m s.l.m. (piazzale di base inferiore). In funzione dell'esposizione prevalente sono individuabili due sotto-settori seguenti che differiscono leggermente nelle tecniche di recupero:
  1) uno con esposizione prevalente a E-NE, che rappresenta la porzione di maggiore estensione occupando una superficie di circa 32.200 m^2
  2) un secondo sottosettore di dimensioni più contenute e con esposizione variabile da E a SE posto al limite settentrionale che si estende su una superficie di 16.800 m^2
- Cumuli di riporto: il morfotipo sul quale si andrà ad operare sarà una pendice interrotta da ripiani raccordati, modellata con scarpate a pendenza contenuta; una di queste è già stata realizzata nel settore sommitale occidentale tra le quote 338 m e 290 m ed occupa una superficie di 20.600 m^2. La seconda, di futura realizzazione, si svilupperà in due tempi:
  1) nella prima fase, che si concluderà al termine dell'attività estrattiva, il riporto interesserà il settore NW del sito compreso tra le quote 200 e 280 m per una superficie di circa 35.200 m^2.
  2) nella seconda fase, che prevede il ricarico progressivo del fronte gradonato a partire dai due piazzali di base posti a quota 136 e 145 m, verrà raggiunta la quota 235 m, raccordandosi al pendio realizzato nella prima fase. La superficie d'intervento è di 64.500 m^2.
- Piazzali: sia nella situazione a breve termine che in quella finale, seppur con estensione diversa (si vedano per confronto i disegni D08 e D09) si osservano due situazioni distinte non tanto per quanto concerne il morfotipo in sé, trattandosi in tutti e due i casi di superfici a giacitura pianeggiante, bensì per quanto riguarda le esigenze ecologiche di diversificazione degli habitat con contestuale creazione di situazioni ecotonali. In tal senso i piazzali basali e quello a quota 200 m verranno semplicemente ricaricati con un esiguo strato di terra ed inerbiti, nell'intento di riprodurre praterie magre all'interno della macchia arbustata, mentre il piazzale a quota 280 prevede anche la piantumazione di specie arbustive ed arboree a formare una macchia arborescente di raccordo all'intorno
- Aree di raccordo e di servizio: comprendono le zone di contatto tra l'area estrattiva e l'intorno indisturbato, le scarpate della viabilità di servizio e le aree circostanti la rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Il recupero di queste superfici determina una certa variabilità morfologica che si traduce in condizioni edafiche e microclimatiche differenti. Questa variabilità condiziona le scelte nell'utilizzo delle tecniche di rivegetazione, con particolare riferimento alle associazioni vegetali proponibili per la ricostituzione del soprassuolo.

Ne deriva una zonizzazione che, riproponendo le specie caratteristiche dell'area, individua delle fitocenosi in grado di evolvere verso la fase di *climax* o comunque verso associazioni vegetali durevoli nel tempo.

La zonizzazione prevede la coesistenza di formazioni arboree pioniere alternate ad arbusteti e radure prative, in conseguenza ad una precisa scelta di tipo naturalistico che scaturisce dall'esame degli habitat

presenti all'interno del SIC che abbraccia l'area estrattiva.

L'intervento sui gradoni è stato infatti studiato con l'intento di diversificare al massimo gli habitat, creando situazioni ecotonali di transizione dalle praterie verso gli arbusteti ed il bosco misto di latifoglie termofile (Lecceta), quindi nell'ottica di armonizzare le esigenze di conservazione-ricostruzione degli habitat tutelati dalla direttiva 92/43 con quelle di difesa del suolo.

Con l'inerbimento si intende ricostituire le cenosi erbacee delle praterie xerofile e mesoxerofile, che costituiscono nell'ambito dell'area protetta un ambiente di elevata naturalità e importanza conservazionistica.
La vegetazione delle praterie xerofile mediterranee si insedia di frequente in corrispondenza di aree di erosione, o comunque dove la continuità dei suoli sia interrotta, e può rappresentare stadi iniziali (pionieri) di colonizzazione di neosuperfici in evoluzione verso cenosi perenni più evolute. Dal punto di vista del paesaggio vegetale, queste formazioni si collocano generalmente all'interno di serie di vegetazione che presentano come tappa matura la foresta sempreverde di leccio, riferibile all'Habitat 9340 "Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia",* ma in ambito submediterraneo o di transizione fra la regione biogegrafica mediterranea e quella continentale, come quella in cui ricade l'entroterra di Genova, la foresta di latifoglie elio-termofile decidue e semidecidue a roverella *(Quercus spubescens),* orniello *(Fraxinus ornus)* e/o carpino *(Ostrya carpinifolia).*
Sulle pedate verranno messe a dimora specie arbustive ed erbacee dei seguenti habitat:

- 6210 "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*)
- 6220 Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli : Percorsi substeppici di graminacee e piante annue (*Thero-Brachypodietea)*
- 9340 Foreste di *Quercus ilex*
- 9540 Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici

Sulle alzate dei gradoni le pareti meglio soleggiate potranno essere sfruttate piccole irregolarità (tasche) per inserirvi Pinus halepensis e ricreare condizioni favorevoli all'insediamento dell'habitat 8210: Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica. L'uso del del pino marittimo (Pinus pinaster), per la sua frugalità e notevole capacità colonizzatrice, sarebbe pure una buona soluzione, se questa specie non fosse eccezionalmente soggetta ad attacchi parassitari attualmente difficilmente risolvibili.

Sulle scarpate di discarica le condizioni consentono di prevedere la costituzione di lembi di bosco con l'impianto di specie eliofile, come *Ostrya carpinifolia* (carpino nero) e *Fraxinus ornus* (orniello), che sono in grado anche di svolgere un ruolo pioniero su roccia carbonatica e di preparare sul lungo termine le condizioni per *Quercus ilex* (Leccio). Il bosco non sarà continuo ma caratterizzato da lembi compatti alternati a piantumazioni discontinue e più sporadiche tese a creare situazioni erbaceo-arbustive tipiche dell'habitat delle "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (F*estuco-Brometalia* (6210) oppure a situazioni assimilabili all'habitat 6310 Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (dehesas). Si tratta di un habitat a forte determinismo antropico, derivante dal diradamento di preesistenti comunità forestali a dominanza di querce sempreverdi, e rappresentato nel Mediterraneo da pascoli alberati, dominati da querce sempreverdi (*Quercus suber,*

Q.ilex, Q.coccifera), indifferenti al substrato, da termomediterraneo inferiore-secco inferiore a supramediterraneo inferiore-umido superiore.

11.3.2 Fasi di intervento

Le fasi degli interventi di sistemazione, seguiranno di pari passo quelle della coltivazione, al fine di anticipare al massimo il recupero ed accelerare la minimizzazione degli impatti.

PRIMA FASE: RECUPERO A BREVE TERMINE

In questa fase gli interventi di sistemazione superficiale e recupero a verde saranno sviluppati in diretta successione alla coltivazione, operando progressivamente, dall'alto verso il basso, a livello di ogni gradone immediatamente dopo l'esaurimento dell'estrazione e la profilatura della superficie definitiva. Si tratterà pertanto di un'attività pressoché continua di rimodellamento delle pedate residue, di ricostituzione del suolo vegetale, di ripristino del verde e di cura e manutenzione.

Contemporaneamente, al raggiungimento con lo scavo del livello intermedio a quota 200 m, verrà avviata la realizzazione del rilevato nel settore NW della cava mediante riporto di limi di lavaggio e di materiali di risulta derivanti da cantieri esterni.

Con la formazione graduale del rilevato, operando per strati di deposito successivi, si realizzeranno progressivamente delle scarpate definitive che saranno a loro volta sottoposte a sistemazione e recupero a verde dal basso verso l'alto.

Sulla base dei tempi previsti di disponibilità di materiali dall'esterno si ritiene che all'esaurimento della coltivazione saranno già completate sia la realizzazione del rilevato nel settore NW della cava che la sua sistemazione a verde.

SECONDA FASE: RECUPERO DEFINITIVO

In questa fase si opererà sulle superfici già oggetto di recupero nella fase precedente, intervenendo sulla morfologia di scavo, con minimo riporto di materiale sui gradoni. Pertanto l'intervento definitivo avrà l'obbiettivo di migliorare il reinserimento morfologico e le condizioni di ripristino della vegetazione su superfici già rinaturalizzate, seppure ancora segnate dalle tracce dell'attività estrattiva.

Dovendo realizzare un riporto di dimensioni molto rilevanti con utilizzo di materiali di provenienza esterna, di cui la disponibilità e i tempi di conferimento oggi non sono prevedibili, la durata dell'intervento non è valutabile con precisione e sarà legata in generale ai tempi di esecuzione di grandi opere già programmate o in corso di programmazione. Si ipotizza comunque in linea di massima una durata minima di una decina di anni.

Al momento attuale si può tuttavia affermare che sarà possibile evitare l'insorgenza di nuovi impatti e, anzi, ridurre anticipatamente gli impatti esistenti, prevedendo di formare i singoli strati di riporto a partire dal margine esterno del futuro cumulo, rimodellandolo e sistemandolo immediatamente in via definitiva e garantendo la copertura visiva sul cantiere che sarà ancora attivo alle spalle.

11.3.3 Profilatura finale e modellamento delle superfici

Il profilo finale dei fronti realizzato con le operazioni di scavo è previsto con un assetto a gradoni di altezza unitaria pari a 15 m ed aventi inclinazione di 70° per la singola alzata e di 45° per la superficie di inviluppo. Per tutte le pedate residue in roccia, dopo disgaggio e modellamento del ciglio, si conserverà una larghezza utile minima di circa 6 metri.

Sul fronte residuo a gradoni si prevede di eseguire cospicui riporti di materiale disposti in scarpata contro le alzate residue, in modo da realizzare la copertura della base della parete di roccia e contribuire al mascheramento della morfologia artificiale originata dallo scavo (vedi schemi e sezioni tipo nei diss. D08e D09); il riporto sarà eseguito con i limi di lavaggio, residui dell'attività estrattiva; le superfici di riporto saranno ricoperte con uno strato di terra di 10-15 cm. Per favorire il drenaggio a livello del piano di appoggio si prevede la scarificazione preliminare della pedata in roccia con ripper.

Per l'accesso ai fronti residui sarà mantenuta la pista di arroccamento sul limite NW di cava, prevedendo il modellamento delle scarpate, dove siano in riporto, e il completamento della relativa rete idrica (vedi dis. D12).

Per quanto riguarda il cumulo intermedio di limi e terre e rocce da scavo previsto nel settore Nord della cava, tra le quote 200 e 280 m, si prevede un modellamento secondo una morfologia dolce, con scarpate a pendenza media (superficie di inviluppo) di circa 20° sull'orizzontale; le scarpate di riporto saranno interrotte ad intervalli di 15 metri di quota da una pedata orizzontale transitabile larga almeno 4 m e saranno ulteriormente interrotte dalle rampe della pista definitiva che collegherà i diversi livelli; sia i gradini definitivi che la pista saranno dotate di canalizzazione di regimazione delle acque meteoriche.

Per quanto riguarda il cumulo inferiore da realizzare con terre e rocce da scavo tra le quote 160 e 235 m, si prevede la formazione di una scarpata con pendenza non superiore a 23° sull'orizzontale; la scarpata sarà interrotta da gradini intermedi disposti ad intervallo di 10 metri di quota.

Al piede del rilevato, alle quote 136 e 145, ed in una posizione intermedia, a quota 200, saranno rilasciati dei piazzali residui su substrato di roccia ricaricato con un modesto strato di riporto.

Su tutte le superfici di riporto sistemate secondo la geometria definitiva sarà ricostituito lo strato di terreno vegetale, prevedendo spessori medi di 10-15 cm in accordo con la potenza dei suoli circostanti.

La planimetria e le sezioni tipo di rimodellamento finale sono rappresentate nel disegno D04.

11.3.4 Preparazione del terreno, sistemazioni idrauliche e miglioramento del substrato

L'area interessata dalla futura coltivazione riguarda quasi totalmente superfici già interessate da coltivazione di cava storiche, sulle quali prevale l'affioramento di roccia nuda. Le residue aree da scoprire sono stimate nell'ordine di 1.500 m^2; con la scopertura preliminare all'estrazione si stima di poter recuperare un volume di circa 200 m^3 di terreno vegetale.

Questo quantitativo aggiunto al volume già accantonato fornisce un volume totale di circa 1.000 m^3, del tutto insufficiente a soddisfare il fabbisogno ai fini delle sistemazioni previste dal progetto, rendendo perciò necessario il ricorso a forniture esterne.

Sulla base delle previsioni di ripristino dello strato vegetale sulle aree da recuperare nel corso dello sviluppo del progetto risultano infatti necessari i seguenti volumi di terra:

- recupero a breve termine 10.700 m^3
- recupero definitivo 6.500 m^3

Si rende quindi necessario approvvigionare complessivamente dall'esterno un volume totale di 16.200 m^3 di terra.

Per conservarne intatte le caratteristiche sarà opportuna la conservazione in piccoli cumuli destinati ad un riutilizzo nel più breve tempo possibile, avendo cura di mantenere la stratigrafia originaria.

Per integrare i fabbisogni è consigliabile l'impiego di terra, preferibilmente proveniente dalla valle, che in relazione alla matrice del substrato di riporto, dovrà avere una tessitura da franco limosa a franco-limoso-argillosa, un tenore in sostanza organica prossimo al 2% ed un pH alcalino.

La costante presenza di ampi piazzali nelle diverse fasi di coltivazione, consentirà di accantonare tempestivamente tali cumuli in posizioni prossime ai siti di impiego. Per evitare dilavamenti ed erosioni i cumuli temporanei dovranno essere inerbiti con la semina di un miscuglio di graminacee e leguminose del tipo di seguito riportato:

GRAMINACEE	
Dactylis glomerata (erba mazzolina)	6 g/m^2
Phleum pratense (coda di topo)	4 g/m^2
LEGUMINOSE	
Onobrichis viciifolia (lupinella)	3 g/m^2
Lotus corniculatus (ginestrino)	3 g/m^2

TOTALE	16 g/m^2

Il terreno verrà distribuito, sulle pedate ricaricate dei gradoni, sulle scarpate derivanti dal rimodellamento dei cumuli di limi e di terre e rocce da scavo, sulla fascia di raccordo e sulle scarpate delle piste di arroccamento in quantità differenziate.

L'apporto sarà più consistente nelle zone destinate all'impianto delle specie arboree mentre nelle aree destinate alle radure erbose si ricostituiranno suoli di minore potenza in analogia con le situazioni pedologiche dei prati magri.

Una quantità minima di terreno verrà distribuita, spargendola dall'alto, sulle cenge e sui terrazzini aperti nelle pareti subverticali, lasciate scoperte dal rimodellamento.

Per quanto concerne le sistemazioni idrauliche, l'argomento è stato diffusamente trattato nel paragrafo 3.7 relativo alla regimazione delle acque superficiali. Nel paragrafo 3.8.7 vengono analizzati gli aspetti del recupero delle aree a stretto contatto delle opere di regimazione, che prevedono sistemazioni intensive

con tecniche dell'ingegneria naturalistica finalizzate a garantire la funzionalità delle opere stesse ed alla loro rinaturalizzazione.

11.3.5 Inerbimenti

L'inerbimento viene previsto come intervento antierosivo da estendere a tutte le superfici scoperte ove sia oggettivamente possibile l'insediamento della cotica erbosa; per lo stesso motivo esso andrà eseguito tempestivamente, appena ultimati il modellamento delle superfici e l'affinamento del terreno di riporto.
Si ritiene preferibile, almeno sui gradoni, l'utilizzo dell'idrosemina che consente di intervenire in periodi anche meno favorevoli, riduce il compattamento del terreno provocato dal calpestio e, differenziando l'utilizzo dei componenti, consente maggiore flessibilità.

L'idrosemina, del tipo bianco-verde, dovrà prevedere l'impiego nella miscela base dei componenti indicati in Tabella 8Tabella 8.

Componente	Caratteristiche	Quantità
Sementi	Miscuglio graminacee- leguminose	25-30 g/m^{2*}
Collanti	Idrocolloide organico di origine vegetale con funzione anche fertilizzante	15-20 g/m^2
Concime	Organo-minerale con apporto di sostanza organica e elementi minerali in rapporto indic. NPK 7/5/6	100 g/m^2
Acqua		1-1,5 l/m^2

*Tabella 8 – Miscela di base per i componeniti da utilizzare nell'idrosemina. * 18 g/m^2 al primo passaggio, 8-12 g/m^2 al secondo*

In condizioni di estrema povertà del substrato, qualora le priorità assolute siano quelle della stabilizzazione delle superfici, occorrerà valutare l'impiego aggiuntivo nella miscela di un mulch composto da fibre di cellulosa (dose 40-80 g/m^2) e da un ammendante organico (a base di letame), alla dose di 80-120 g/m^2.

La corretta esecuzione dell'idrosemina prevede un'unica passata con un eventuale secondo intervento, localizzato su aree con copertura insufficiente.

I criteri generali seguiti nella scelta delle specie da inserire nella composizione del miscuglio sono stati i seguenti:

- utilizzazione di specie presenti nelle cotiche erbose di superfici limitrofe a quelle d'intervento, proprie degli habitat di pregio del SIC
- uso di più specie appartenenti alle famiglie delle graminacee e delle leguminose per aumentare la plasticità ecologica del miscuglio e per sfruttare appieno i vantaggi derivanti dal comportamento complementare dei due raggruppamenti
- inserimento di specie tolleranti il calcare, l'aridità e la povertà del substrato

Un possibile elenco delle specie da utilizzare, finalizzato al recupero degli habitat erbacei del SIC è il seguente:

Graminacee: *Oryzopsis (Milium) coerulescens*, *Oryzopsis miliacea*, *Ampelodesmos mauritanica, Dactylis glomerata, Phleum pratense, Melica ciliata, Melica minuta, Brachypodium rupestre.*

Leguminose: *Dorycnium pentaphyllum, Dorycnium hirsutum*, *Trifolium stellatum, Trifolium angustifolium, Hippocrepis comosa.*

Altre specie: *Bituminaria bituminosa, Cephalaria leucantha*.

Alcune delle specie individuate sono presenti in commercio e sono state inserite nei formulati utilizzati in precedenza, per le altre è necessario il reperimento o la specifica raccolta in loco e l'eventuale riproduzione.

La riproduzione del materiale in sito rappresenta senza dubbio la soluzione migliore sulla garanzia dell'utilizzo di specie autoctone e quindi del rapido conseguimento degli obbiettivi di rinaturalizzazione. L'aspetto pratico concerne l'organizzazione della raccolta e riproduzione in vivaio delle sementi al fine di garantire il costante approvvigionamento delle stesse in ogni fase del recupero ambientale.

Allo stato attuale non risultano vivai che producano le sementi locali con miscugli contenenti le specie sopra indicate, rendendo necessaria per la fattibilità di un intervento del genere la creazione di una struttura ad hoc.

Una soluzione che concilia le esigenze di rinaturalizzazione con quelle di stabilizzazione dei pendii sistemati è quella dell'impiego di un formulato commerciale non standard, ma preparato ad hoc con l'impiego delle specie reperibili in commercio tra quelle sopra elencate, abbinato ad una quantità di fiorume o dalla raccolta di una minima quantità di semente locale.

In funzione di quanto sopra espresso si ritiene di proporre come miscuglio base per l'idrosemina quello riportato in Tabella 9, da impiegarsi alla dose di 30 gr/m^2. L'epoca di semina da preferirsi è la primavera precoce (terza decade di marzo-prima decade di aprile).

Tipo di essenza	Quantità %
Erba Mazzolina (Dactylis glomerata)	*30%*
Fleolo (Phleum pratense)	*20%*
Bromo (Bromus erectus)	*15%*
Brachipodio (Brachipodyum pinnatum)	*15%*
Ginestrino (Lotus corniculatus,)	*12%*
Lupolina (Medicago lupulina)	*5%*
Lupinella (Onobrychis viciifolia)	*3%*

Tabella 9 – Miscuglio erbaceo per idrosemina.

11.3.6 Sistemazioni intensive

Le sistemazioni intensive riguardano interventi puntuali, per risolvere eventuali problemi localizzati di stabilizzazione delle scarpate dei cumuli e delle strade e le aree circostanti le opere di regimazione delle acque.

Tali interventi, attualmente non quantificabili, saranno oggetto della progettazione esecutiva e dovranno essere definiti puntualmente in maniera specifica a seconda delle criticità rilevate.

In relazione alle esperienze pregresse si prevede di intervenire negli interventi di rivegetazione delle scarpate laddove si registrino difficoltà di attecchimento della cotica erbosa, a causa dell'estrema povertà del substrato con l'utilizzo di geosintetici con geocelle che consentano di trattenere una quantità minima di 5 cm di terra, abbinati all'idrosemina.

Laddove sia invece già presente un minimo spessore del substrato fertile, al fine di evitarne il dilavamento, si interverrà con l'utilizzo combinato di georete in cocco e palificate semplici rivegetate con l'impiego di piantine radicate di specie arbustive, in modo da ottenere un fitto cespugliamento consolidante (la distanza d'impianto sarà ridotta a 30-40 cm).

L'intervento sarà completato con l'idrosemina, eseguita nelle modalità descritte nel precedente paragrafo.

Una situazione del genere è prevedibile ad esempio alla base delle scarpate dei cumuli di limi progressivamente ricostituite sul fronte gradonato, qualora risultino incise da erosione incanalata, al fine di favorirne il consolidamento al piede.

La regimazione delle acque proposta nel progetto richiede una certa attenzione nel recupero delle aree circostanti la rete di smaltimento delle acque meteoriche, al fine di evitare fenomeni di sifonamento e scalzamento delle opere di regimazione, che possono alterarne la funzionalità, innescando fenomeni erosivi.

In dettaglio, nella sistemazione proposta per il fronte gradonato, occorrerà intervenire nella stabilizzazione delle scarpate di raccordo con l'alveo degli scaricatori in roccia.

Al piede di dette scarpate si interverrà con la realizzazione di gradonate vive, disposte a breve distanza tra loro (1 metro circa), in modo da ottenere una fitta fascia cespugliata con funzione consolidante del riporto. Le due file di blocchi, disposte lateralmente sulla pedata a confinamento del collettore, verranno intasate con terreno e rivegetate con piantine radicate (in relazione alle condizioni ambientali si ritiene di non ricorrere alle talee per evitare eccessivi problemi di attecchimento).

Anche le scarpate laterali degli scaricatori posti a lato dei cumuli di limi verranno protette al piede da possibili scalzamenti con la realizzazione di siepi cespuglio.

11.3.7 Impianto di specie legnose

Nella successione degli interventi di sistemazione l'impianto delle specie arboree ed arbustive rappresenta l'operazione finale, oltremodo importante per avviare sul sito un attivo processo di rinaturalizzazione e di riqualificazione paesaggistica.

L'obbiettivo dell'intervento è la ricostituzione di un bosco naturaliforme costituito da cenosi arboreo arbustive in evoluzione verso associazioni stabili e durature nel tempo.

Per questo motivo, partendo dall'osservazione delle cenosi presenti nell'intorno, sono state individuate delle associazioni arboreo-arbustive in grado di eliminare nel tempo la soluzione di continuità del bosco determinata dall'attività estrattiva e riospitare le specie animali allontanatesi in conseguenza dell'eliminazione dei naturali ambienti di rifugio.

Le combinazioni proposte nel progetto sono diversificate in relazione alle varie situazioni prospettabili sull'area da recuperare e sono state riassunte in funzione della zonizzazione nella figura riportata nelle pagine seguenti.

La schematizzazione esemplifica una realtà che presenta in relazione ai fattori ambientali una certa variabilità. Infatti i condizionamenti edafici, congiuntamente ad altri fattori quali l'esposizione e la giacitura, determinano condizioni locali di transizione tra microambienti caratterizzati da una certa asprezza ed altri nei quali è possibile la crescita di specie più esigenti. In virtù di queste considerazioni è parso opportuno ridurre i rischi di insuccesso, individuando un ampio numero di specie, perlopiù rustiche e frugali e strettamente autoctone, in grado di garantire un rapido sviluppo della vegetazione su tutte le superfici oggetto del recupero.

TECNICHE D'IMPIANTO

Le tecniche d'impianto si diversificano in relazione all'intervento sulle pedate dei gradoni rispetto alle scarpate dei cumuli di limi.

Gradoni

Sui gradoni la linearità e la scarsa ampiezza degli stessi condiziona la tipologia dell'intervento. Per attenuare l'eccessiva geometrizzazione si ritiene possibile un contributo positivo anche da parte degli interventi di piantumazione con un intervento che non preveda comunque un sesto geometrico lineare ma piccoli gruppi monospecifici di 15-20 esemplari arbustivi con un sesto d'impianto medio di 60 x60 cm, distanziati tra loro in modo irregolare, ricoprendo all'incirca il 30% della superficie delle pedate.

Cumuli di limi e terre e rocce da scavo

Per garantire le migliori condizioni di naturalità l'impianto è stato studiato per adattarsi in modo adeguato alla morfologia del luogo pertanto i contorni del bosco presenteranno un andamento sinuoso ed il bosco avrà all'interno alcune radure erbacee.

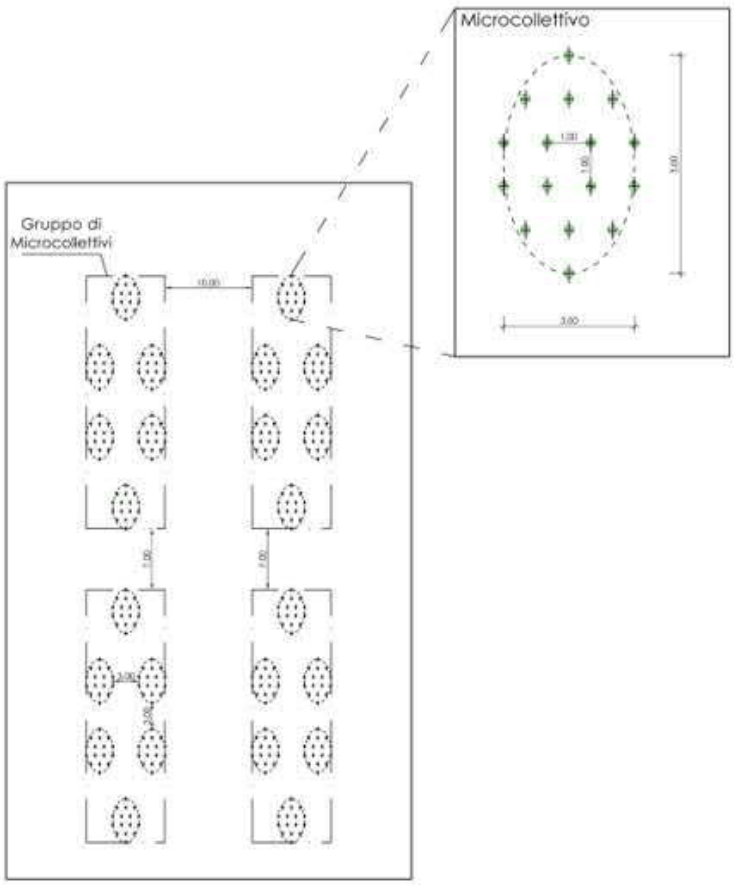
Per lo stesso motivo si è scelto di escludere l'impianto a sesto geometrico in funzione della geometricità dello schema optando per l'impianto a gruppi secondo il modello per microcollettivi descritto da W. Frey, W. Schonenberger, F. Leuenberger (1991) per i rimboschimenti nel piano subalpino ed adattato alla diversa situazione pedoclimatica dell'ambito mediterraneo.

I vantaggi di una simile tecnica rispetto al sesto regolare sono innanzitutto quelli di evitare le aree microstazionali sfavorevoli ma nel caso in esame, caratterizzato da una sostanziale uniformità, i vantaggi sono da mettere in relazione all'ottenimento di un popolamento adulto ben strutturato, stratificato e maggiormente stabile.

Le dimensioni e forma dei piccoli gruppi non saranno uniformi ma dipenderanno dalle caratteristiche microstazionali. Con queste modalità sarà possibile ridurre in modo sensibile le fallanze.

Inoltre, questa tecnica consente di limitare, all'interno dei gruppi, la concorrenza della vegetazione erbacea nei primi stadi di sviluppo delle piante.

A partire dallo stadio di spessina le piante al centro del piccolo gruppo godranno della protezione delle piante periferiche nei confronti dello sfregamento e brucamento ad opera della fauna selvatica che non potrà penetrare facilmente al loro interno. Tra i gruppi si manterrà invece una disponibilità di pascolo contribuendo così a conservare la variabilità ecologica.



I vantaggi del rimboschimento a piccoli gruppi rispetto a quello a sesto regolare sotto il profilo della variabilità ecologica derivano inoltre alla penetrazione irregolare di luce, calore e precipitazioni e al mantenimento della chioma sino alla base degli alberi.

La densità fitta dei piccoli gruppi consente inoltre una migliore protezione dai possibili danni da schianti per vento.

Le dimensioni ottimali della formazione adulta corrispondono a circa 0,5 -1 volta l'altezza degli alberi. La forma può essere circolare o ellittica con l'asse maggiore lungo la linea di massima pendenza. La formazione dei piccoli gruppi avviene tramite la formazione al momento dell'impianto di più microcollettivi temporanei.

I microcollettivi devono essere distanziati fra loro, facendo salve le caratteristiche micromorfologiche del terreno, per non più di 3 metri, in questo modo nel giro di alcuni decenni essi si chiudono a formare il gruppo definitivo. All'interno dei microcollettivi temporanei il sesto di impianto deve essere, viste le caratteristiche del sito, compreso tra 100 e 120 cm.

Ogni micro collettivo sarà caratterizzato da 10-15 piante, della medesima specie; il numero di microcollettivi di ciascuna specie sarà determinato in misura delle proporzioni volute.

Per limitare e distribuire il rischio è necessario utilizzare o creare differenziazioni stazionali; realizzare una mescolanza di specie tra i singoli gruppi alternando specie arboree con arbustive.

Ipotizzando un piccolo gruppo costituito da 6 microcollettivi contenenti ciascuno 15 piante messe a dimora a 1 metro di distanza tra loro, una distanza tra micro collettivi di 3 metri e tra piccoli gruppi di 7-10 metri si ottiene una densità di 360 piante per piccolo gruppo e ipotizzando una distribuzione regolare dei piccoli gruppi stessi si ottiene una superficie di 1820 metri quadri occupata da un gruppo formato da 4 piccoli gruppi come schematizzato nella figura. Questo comporta in linea teorica la disposizione di 5-6 gruppi ad ettaro pari ad una densità di 3.000-3.500 piante ad ettaro.

SCELTA DELLE SPECIE

Le specie che vengono proposte, come già evidenziato, rappresentano un associazione di specie pioniere in grado di costituire una cenosi in evoluzione verso la lecceta. Viene proposto di conseguenza un ampio ricorso a specie rutiche e frugali come orniello e carpino nero e lo stesso pino d'aleppo mentre la specie climax, più esigente è introdotta i quantitativi limitati.

Per quanto concerne la composizione percentuale delle diverse specie è ipotizzabile la situazione riportata di seguito.

Arboree

Carpino nero *(Ostrya carpinifolia)*	35%
Orniello *(Fraxinus ornus)*	30%
Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*)	25%
Roverella *(Quercus pubescens)*	7%
Leccio *(Quercus ilex)*	3%

Arbustive

Le specie arbustive proposte sono quelle tipiche della macchia mediterranea e della foresta di querce sempreverdi.
L'utilizzo in purezza sui gradoni e frammisto ai nuclei arborei mentre sulle discariche è in alternanza ai gruppi di arboree per ricreare le situazioni ecotonali di transizione tra prateria, macchia arbustiva e bosco.

In entrambi i casi si prevede la seguente composizione percentuale

Lentisco *(Pistacia lentiscus)*	30%
Ilatro sottile*(Phillyrea angustifolia)*	*10%*
Terebinto *(Pistacia terebinthus)*	*20%*
Ginestra *(Spartium junceum)*	*30%*
Alaterno *(Rhamnus alaternus)*	*10%*

Per le sistemazioni intensive, in accordo con l'obbiettivo prioritario del reinserimento naturalistico del sito estrattivo vengono proposte le seguenti specie: *Spartium junceum, Rhamnus alaternus, e, dove il terreno è meno povero, anche Sorbus aria, Salix caprea, e Ostrya carpinifolia*.
Anche per le arboreo-arbustive è da preferirsi l'impiego di materiale strettamente autoctono, ricorrendo a materiale propagativo proveniente dai vivai regionali o prelevato e allevato in loco.

Nella scelta del materiale propagativo si consiglia l'utilizzo di soggetti di età e sviluppo contenuti, preferibilmente in fitocella per minimizzare la crisi di trapianto.

Sempre al fine di ridurre questa crisi si suggerisce di procedere agli impianti in autunno, in modo da arrivare alla primavera successiva con piante ben "ambientate" a livello della rizosfera; sarà inoltre importante provvedere all'apertura di buche di dimensioni adeguate (almeno cm 40x 40, profondità almeno 40 cm) che mettano a disposizione delle piante il maggior volume possibile di terra smossa.

11.3.8 Cadenza stagionale e programma degli interventi

Nella I fase, concomitante con la coltivazione attiva, i vari interventi di recupero procederanno dall'alto verso il basso, mano a mano che la coltivazione abbandonerà i gradoni esauriti, e pertanto seguiranno a breve scadenza dalle fasi coltivazione.

Questa tecnica d'intervento ha i vantaggi di avviare in tempi rapidi il processo di rinaturalizzazione, evitando l'esposizione di ampie superfici scoperte ai fenomeni erosivi ad opera degli eventi metereologici (piogge e vento). La presenza di ampie spianate di coltivazione consente inoltre agli addetti ed ai mezzi deputati al recupero di lavorare agevolmente e in condizioni di massima sicurezza, diminuendo conseguentemente i costi del recupero.

Per lo stesso motivo il recupero delle discariche, sia nella fase a breve termine che in quella definitiva, ad esaurimento coltivazione, procederà da valle verso monte, man mano che il processo di abbancamento definirà la morfologia finale delle scarpate.

In linea di massima, all'esaurimento di ciascuna fetta di coltivazione, saranno eseguite nell'arco di 1-1,5 anni tutte le opere di sistemazione e recupero a verde del fronte abbandonato; successivamente dovranno essere previsti gli interventi di manutenzione e di risarcimento delle fallanze, indispensabili per il successo degli interventi.
Per quanto riguarda le stagioni di intervento le diverse operazioni dovranno seguire il seguente calendario:

- sistemazione superficiale: estate
- impianto delle specie legnose e sistemazioni intensive: tardo autunno

- inerbimenti: semina manuale in primavera precoce; idrosemina in primavera inoltrata o inizio autunno
- sostituzione delle fallanze: autunno (in subordine primavera precoce).

Allegati

Certificati prove e analisi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Data emissione: 13/12/2017

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

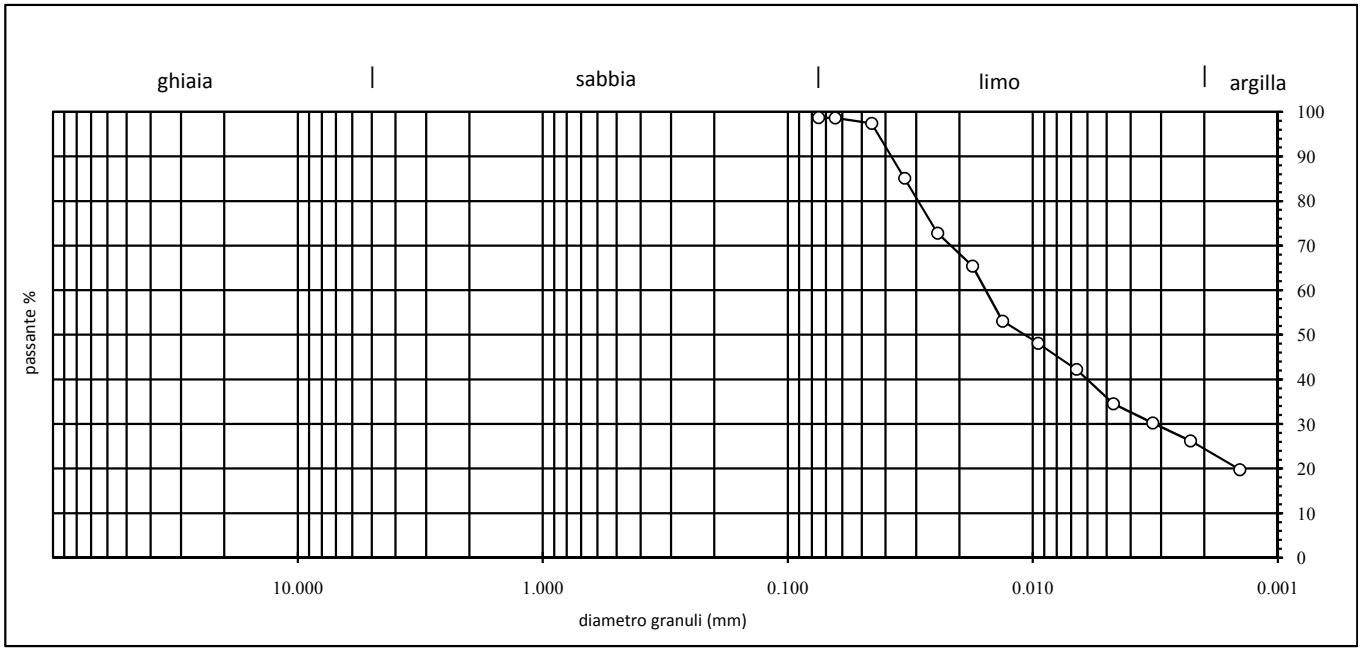
Certificato n° 1961

Committente: Unicalce S.p.A.
Cantiere: qualifica materiali
Località: Genova
Verbale di accettazione n°: 182
Data verbale: 06/12/2017
Note:

Sondaggio:
Campione: Limi filtropressa
Profondità:
Data esecuzione prova: 07-12/12/17
Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Rep: 17/164

Tempo	Temperatura	Lettura	Lettura corr.	Corr. Temp.	f grani	Lettura ridotta	% Parziale	% Somma
min	**°C**	**R**	**R'=R+Cm**	**Ct**	**mm**	**R"=R'+Cd+Ct**	**KR"**	**KR"X**
0.5	12.0	41.5	42.0	-1.00	0.0641	40.00	99.96	98.63
1	12.0	41.0	41.5	-1.00	0.0455	39.50	98.71	97.40
2	12.0	36.0	36.5	-1.00	0.0334	34.50	86.22	85.07
4	12.0	31.0	31.5	-1.00	0.0245	29.50	73.72	72.74
8	12.0	28.0	28.5	-1.00	0.0177	26.50	66.22	65.34
15	12.0	23.0	23.5	-1.00	0.0133	21.50	53.73	53.01
30	12.0	21.0	21.5	-1.00	0.0095	19.50	48.73	48.08
60	14.5	18.0	18.5	-0.38	0.0066	17.13	42.80	42.23
120	16.0	14.5	15.0	0.00	0.0047	14.00	34.99	34.52
240	19.0	12.0	12.5	0.75	0.0032	12.25	30.61	30.21
480	20.5	10.0	10.5	1.13	0.0023	10.63	26.55	26.20
1440	14.0	9.0	9.5	-0.50	0.0014	8.00	19.99	19.73

Classificazione	**USCS**	**Peso Specifico Gs**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo**	**% argilla**
		2.74 (Mg/m3)	**0.00**	**3.91**	**72.00**	**24.09**



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgliabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Data emissione: 02/05/2017

ANALISI GRANULOMETRICA

Certificato n° 790

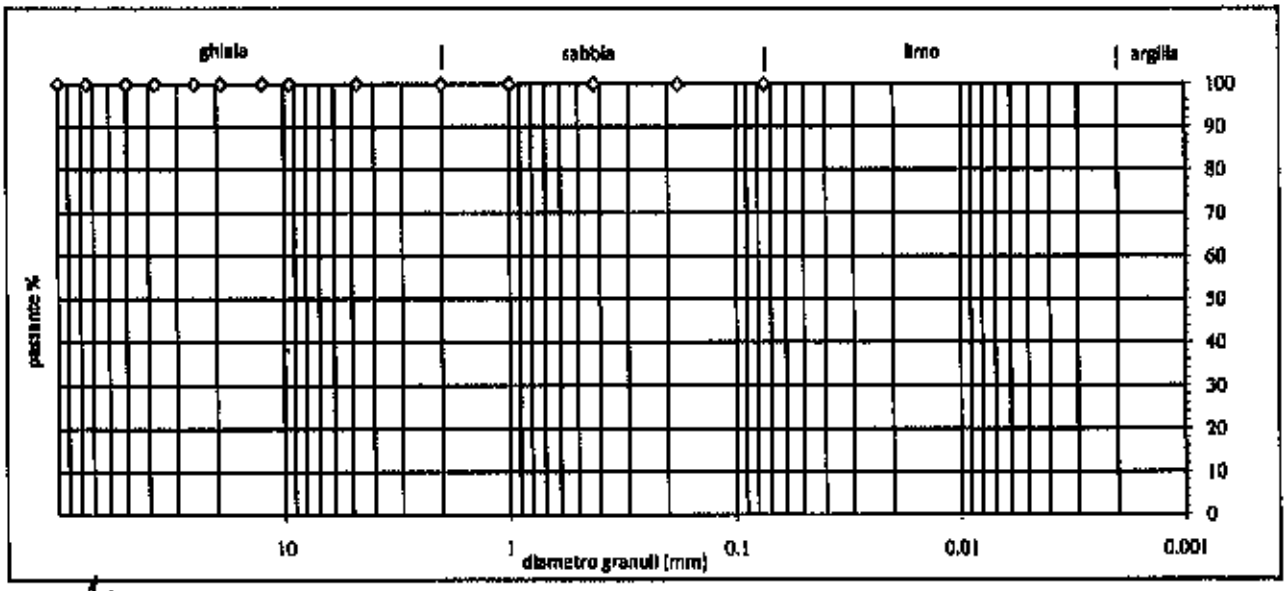
Committente: Unicalce S.p.A.
Cantiere: Cava Giunchetto
Località: Genova
Verbale di accettazione n°: 71
Data verbale: 19/04/2017
Note:

Sondaggio:
Campione: Dolomia fine
Profondità:
Data esecuzione prove: 24-26/04/2017
Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Rep: 17/068

Terreno analizzato M (gr) = 216.15

Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
100	0.00	0.00	0.00	100.00
75	0.00	0.00	0.00	100.00
50	0.00	0.00	0.00	100.00
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
25	0.00	0.00	0.00	100.00
19	0.00	0.00	0.00	100.00
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1.00	0.00	0.00	0.00	100.00
0.425	0.04	0.02	0.02	99.98
0.180	0.10	0.05	0.06	99.94
0.075	0.03	0.01	0.08	99.92
Fondo	215.98			

Classificazione		D (60%) =	% ghiaia	% sabbia	% limo/argilla
USCS	CNR-UNI	D (10%) =	0.00	0.08	99.92
CL		U =			



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

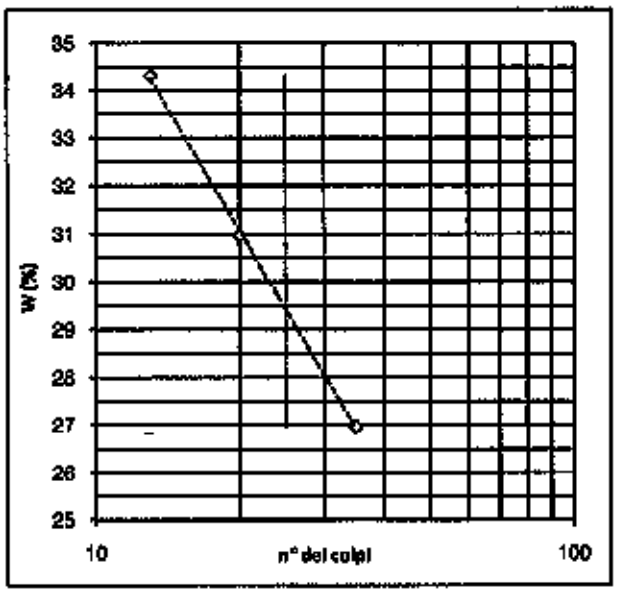
Data emissione: 10/05/2017
Certificato n° 825

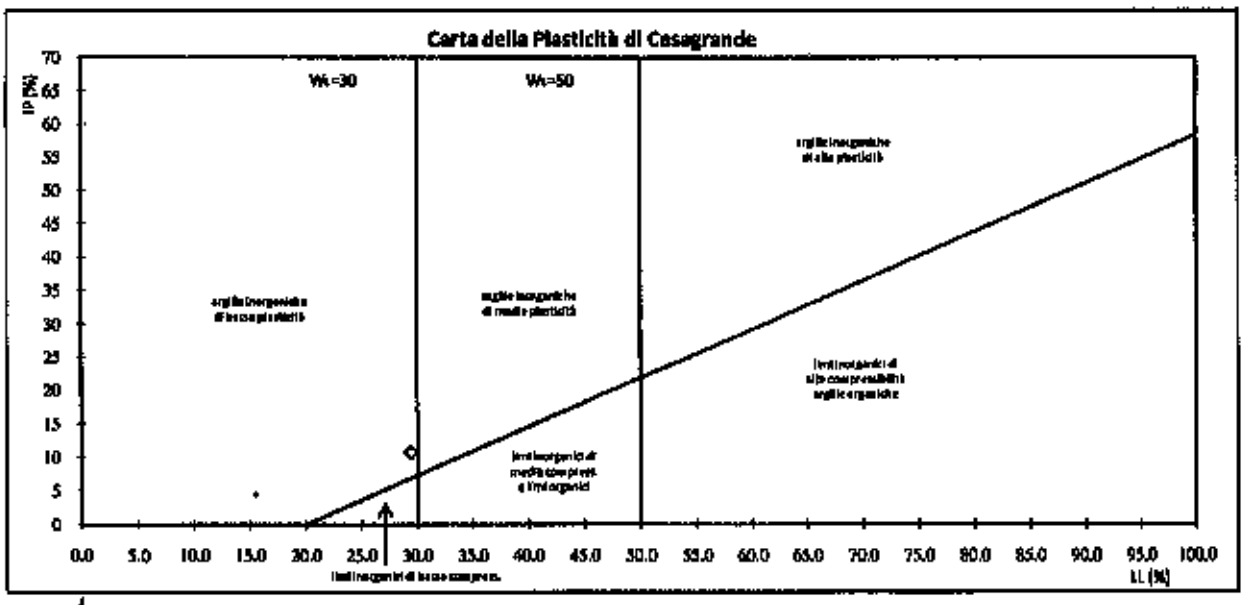
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Unicalce S.p.A.
Cantiere: Cava Giunchetto
Località: Genova
Verbale di accettazione n°: 71
Data verbale: 19/04/2017
Note:

Sondaggio:
Campione: Dolomia fine
Profondità:
Data esecuzione prova: 08-09/05/2017
Specifica di prove: ASTM D4318-10
Rep: 17/068

Limite liquido		**LL (%) =**	**29.4**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	61.56	59.87	61.24
Massa secca + t (g)	57.26	55.81	57.92
Massa acqua contenuta (g)	4.30	4.06	3.32
Tara t (g)	44.73	42.70	45.61
Massa secca netta (g)	12.53	13.11	12.31
Contenuto d'acqua W (%)	34.32	30.97	26.97
Numero colpi	13	20	35
Limite plastico		**LP (%) =**	**18.7**
Contenitore		A	B
Massa umida + t (g)		19.76	19.89
Massa secca + t (g)		18.09	18.18
Massa acqua contenuta (g)		1.67	1.71
Tara t (g)		9.10	9.12
Massa secca (g)		8.99	9.06
Contenuto d'acqua W (%)		18.58	18.87
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**10.7**





Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sglabo@alice.it - www.serviziogeotecniciliguri.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 10/05/2017
Certificato n° 826

PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente: Unicalce S.p.A.	**Sondaggio:**
Cantiere: Cava Giunchetto	**Campione: Dolomia fine**
Località: Genova	**Profondità:**
Verbale di accettazione n°: 71	**Data esecuzione prova: 08-10/05/2017**
Data verbale: 19/04/2017	**Specifica di prova: BS 1377 Part.5**
Note: campione compattato a densità ed umidità ottimali da prova proctor modificato	**Rep: 17/068**

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Altezza iniziale provino	cm	1.908
Sezione provino	cm2	19.63
Volume	cm3	37.45
Diametro massimo particelle	mm	2.00

CONDIZIONI INIZIALI

Tara N.		A
Massa tara	g	58.80
Massa provino umido iniziale + tara	g	142.52
Massa provino umido iniziale	g	83.72
Contenuto d'acqua iniziale	%	12.51
Peso di volume naturale	kN/m3	21.92

CONDIZIONI FINALI

Tara N.		B
Massa tara	g	58.80
Massa provino umido finale + tara	g	143.62
Massa provino secco + tara	g	133.21
Massa provino umido finale	g	84.82
Massa provino secco	g	74.41
Contenuto d'acqua finale	%	13.99

CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Pressione di confinamento	kPa	200
Carico idraulico	cm	60.00
Sezione buretta	cm2	1.041
Temperatura	°C	19.0

RISULTATI DELLA PROVA		1° lettura	2° lettura	3° lettura
Tempo iniziale	sec	0	0	0
Lettura iniziale buretta	cm3	0.0	0.0	0.0
Altezza acqua iniziale	cm	60.00	60.00	60.00
Tempo finale	sec	26400	86400	173500
Lettura finale buretta	cm3	0.5	2	3.9
Altezza acqua finale	cm	59.52	58.08	56.25
Coefficiente di permeabilita' K	**cm/sec**	**3.08E-08**	**3.81E-08**	**3.76E-08**

VALORE MEDIO DI K (20°C) (cm/sec) =	**3.64E-08**
VALORE MEDIO DI K (20°C) (m/sec) =	**3.64E-10**

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Data emissione: 02/05/2017

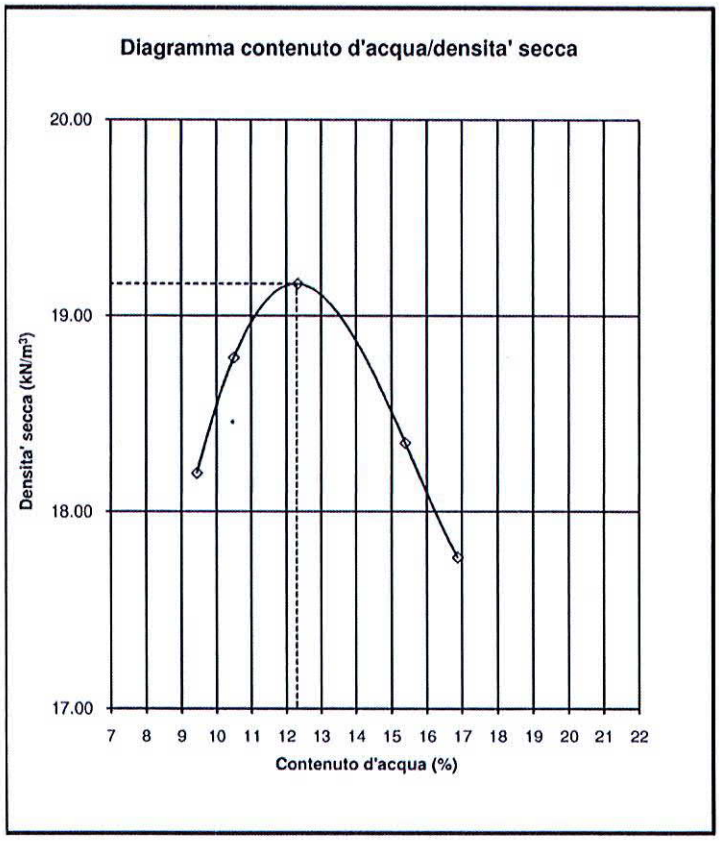
PROVA DI COMPATTAZIONE (Proctor mod.)

Certificato n° 792

Committente: Unicalce S.p.A.
Cantiere: Cava Giunchetto
Località: Genova
Verbale di accettazione n°: 71
Data verbale: 19/04/2017
Note:

Sondaggio:
Campione: Dolomia fine
Profondità:
Data esecuzione prova: 20-27/04/2017
Specifica di prova: ASTM D1557-09
Rep: 17/068

N° del campione		1	2	3	4	5
Massa camp. umido + tara	(g)	4962	5043	5117	5083	5044
Massa della fustella	(g)	3045	3045	3045	3045	3045
Massa terreno umido	(g)	1917	1998	2072	2038	1999
Densita' umida	(kN/m^3)	19.91	20.76	21.52	21.17	20.77
Contenuto d'acqua	(%)	9.45	10.50	12.34	15.39	16.88
Densita' secca	(kN/m^3)	18.20	18.78	19.16	18.35	17.77



Caratteristiche della prova		
Fustella 6"	Verificata in data 16/11/2010	
Altezza fustella	(mm)	116.4
Diametro fustella	(mm)	101.6
Volume fustella	(cm^3)	944
Numero di strati		5
Numero colpi per strato		25
Massa pestello	(kg)	4.54
Altezza di caduta	(cm)	45.7
Energia compatt. (J)		27000
Diam. max. granuli	(mm)	2

Caratteristiche ottimali	
Densità umida (kN/m^3)	**21.52**
Densità secca (kN/m^3)	**19.16**
Contenuto d'acqua (%)	**12.30**
Peso specifico (Mg/m^3)	--
Porosità (%)	--
Indice dei vuoti	--

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie
Università Milano - Bicocca
Piazza della Scienza 4
I-20126 Milano
Tel. (+39) 02 /6448.4099
Fax (+39) 02/6448.4273

DESCRIZIONE PETROGRAFICA

SEZIONI SOTTILI

AL MICROSCOPIO

CAMPIONE U – 2

Provenienza: Cava Giunchetto – Genova



Macroscopicamente il campione si presenta come una roccia sedimentaria, in particolare una breccia carbonatica a clasti centimetrico – millimetrici, di colore grigio chiaro e a grana fine, parzialmente a contatto e separati da una matrice di colore grigio più scuro.
Geodi submillimetriche di colore biancastro. (Foto U – 2 macro)
Data la reazione all'acido cloridrico si tratta di una dolomia.

DESCRIZIONE AL MICROSCOPIO

Roccia costituita in prevalenza da clasti, da centimetrici a millimetrici, composti da un mosaico di cristalli equidimensionali di dolomite (con dimensioni da circa 10 µm a 30 µm).
Questi clasti sono percorsi in modo irregolare da venette.
Gli spazi tra i clasti sono rappresentati da plaghe anche di dimensioni millimetriche.
Il riempimento delle vene e degli spazi tra i clasti è costituito da:

- grossi cristalli subedrali di dolomite a mosaico (fino a 0,3 – 0,5 mm) al centro delle vene (Foto U – 2 b)
- cristalli di dimensioni minori (da 30 a 100 µm) che tappezzano le pareti delle vene
- locali concentrazioni di più minuti cristalli di dolomite con impurezze di idrossidi di ferro
- rari extraclasti di quarzo e muscovite (Foto U – 2 a)

Presenza di alcune stiloliti, con veli di sostanza opaca (probabile bitume o idrossidi di ferro).

NOME DELLA ROCCIA

Dolosparite a grana fine, brecciata (sec. Folk, 1962)

ETA' DELLA ROCCIA

Era: Mesozoica, Periodo: Triassico, Età: Norico (circa 220 My)

MICROFOTO

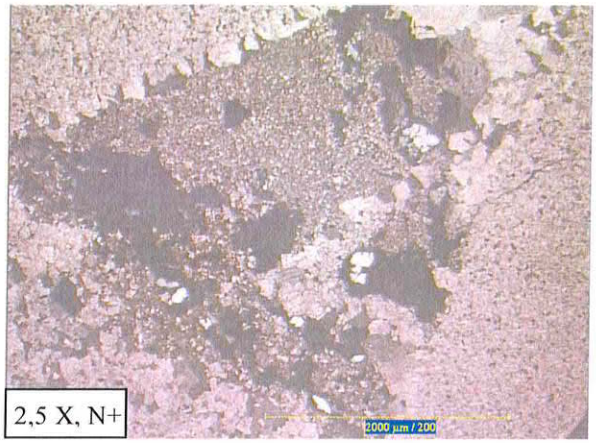




Foto U – 2 a

Extraclasti di quarzo (obiett. 2,5 x, 10 x, N+) e tracce di minerali metallici (prob. Fe – idrox) opachi, in geode nella dolosparite.



Foto U – 2 b

Dolosparite omogenea a cristalli minuti, con vene a riempimento di cristalli più grossi di dolomite (obiett. 2,5 x, N +).

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

ESAME PETROGRAFICO E DESCRIZIONE

Data emissione: 06/05/13
Rapporto° 13/049/001

Committente: Unicalce S.p.A	**Campione: Blocco superficiale**
Impianto: Cava Giunchetto	**Classe:**
Località: Genova	**Data esecuzione prova:**
Rapporto di prova n°: 13/049/001	**Specifica di prova: UNI EN 932-3**
Note:	**Rep: 13/049**

Descrizione petrografica

Dolomite criptocristallina e a tessitura saccaroide di colore da grigio chiaro a grigio scuro caratterizzata da anisotropia primaria piano parallela . A luoghi compaiono porzioni a calcare dolomitico e porzioni ad aspetto brecciato con cemento intraclasti costituito sia da dolomite sia da calcite. Piani di frattura chiusi e cementati a dolomite e calcite e talora con patine di ossidazione ferruginose rossastre. Non si evidenziano strutture porose di rilievo.

Composizione mineralogica

Dolomite	90 - 95%
Calcite	5 - 10%
Minerali minori	tracce

Stato di alterazione

Il campione risulta nel complesso non alterato e con superficie esterna rivestita da patine discontinue di carbonato di calcio.

Natura geologica ed età

Roccia sedimentaria di origine chimica e biogenica
Età: Triassico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

UNICALCE

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

n. 0785-CPR-31-231-AD1

CE 0785 07

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:	**UI01 SABBIA DOLOMITICA MULINO**	
2. Usi previsti:	**AGGREGATI PER CALCESTRUZZO - EN 12620**	
	AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE – EN 13043	
	AGGREGATI PER L'IMPIEGO IN OPERE DI INGEGNERIA CIVILE - EN 13242	
3. Fabbricante:	**UNICALCE S.p.A.** **Via Ponti 18** **I-24012 Val Brembilla (BG)** **Stabilimento di Genova (GE)**	Contatti: Tel. +39.(0)341.2571 Fax: +39.(0)341.257282 E-mail: servizitecprodotti@unicalce.it
4. Sistemi di VVCP:	**2+**	
5. Norma armonizzata: Organismi notificati:	**EN 12620:2002+A1:2008 - EN 13043:2002 - EN 13242:2002+A1:2007** **GG-CERT Gütegemeinschaft Naturstein, Kalk und Mörtel e.V., No. 0785**	

6. Prestazioni dichiarate:

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	PRESTAZIONE		
Specifica tecnica armonizzata	**EN 12620:2002+A1**	**EN 13043:2002**	**EN 13242:2002+A1**
Dimensione dell'aggregato	**Aggregato misto *d/D* 0/5,6**	**Aggregato in frazione unica *d/D* 0/5,6**	**Aggregato fine *d/D* 0/5,6**
Granulometria	**G_A90**	**G_A90 $G_{TC}10$**	**G_F85 GT_F10**
Equivalente in sabbia	**SE ≥ 60%**	**SE ≥ 60%**	**SE ≥ 60%**
Valore di blu	**MB ≤ 0,5 g/kg**	**MB ≤ 0,5 g/kg**	**MB ≤ 0,5 g/kg**
Massa volumica del granulo	**ρ_a 2,90 ± 0,05 Mg/m³**	**ρ_a 2,90 ± 0,05 Mg/m³**	**ρ_a 2,90 ± 0,05 Mg/m³**
Contenuto di Fini	**f_{11}**	**f_{11}**	**f_7**
Cloruri idrosolubili	**C 0,003%**	**-**	**-**
Solfati solubili in acido	**$AS_{0,2}$**	**-**	**$AS_{0,2}$**
Zolfo totale	**S_1**	**-**	**S_1**
Sostanza humica	**Più chiaro del colore normalizzato**		
Contenuto di carbonato di calcio	**NPD**	**-**	**-**
Assorbimento d'acqua	**WA_{24} 1,6%**	**$WA_{24}2$**	**$WA_{24}2$**
Emissione di radioattività	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. metalli pesanti	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. idrocarburi poliaromatici	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. di altre sostanze pericolose	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Reattività alcali silice	**< 0,10%** (espansione dopo 16 giorni)	-	-
Analisi petrografica e origine	Dolomia di colore grigiastro, compatta, a struttura micritica, omogenea, a frattura di tipo concoide-piana; aggregato naturale, completamente frantumato, estratto dalla cava Giunchetto in Genova.		

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate.
La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

*Lecco, 25 maggio 2017 - **Rev. 2***

http://www.unicalce.it/prodotti-2/inerti/certificati-d-o-p/

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:
Ing. Vittorio Vanz

UNICALCE

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

n. 0785-CPR-31-231-AD2

CE 0785 11

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:	**UI10 SABBIA DOLOMITICA FRANTOIO**	
2. Usi previsti:	**AGGREGATI PER CALCESTRUZZO - EN 12620**	
	AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE – EN 13043	
	AGGREGATI PER L'IMPIEGO IN OPERE DI INGEGNERIA CIVILE - EN 13242	
3. Fabbricante:	**UNICALCE S.p.A.** **Via Ponti 18** **I-24012 Val Brembilla (BG)** **Stabilimento di Genova (GE)**	Contatti: Tel. +39.(0)341.2571 Fax: +39.(0)341.257282 E-mail: servizitecprodotti@unicalce.it
4. Sistemi di VVCP:	**2+**	
5. Norma armonizzata: Organismi notificati:	**EN 12620:2002+A1:2008 - EN 13043:2002 - EN 13242:2002+A1:2007** **GG-CERT Gütegemeinschaft Naturstein, Kalk und Mörtel e.V., No. 0785**	

6. Prestazioni dichiarate:

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	PRESTAZIONE		
Specifica tecnica armonizzata	**EN 12620:2002+A1**	**EN 13043:2002**	**EN 13242:2002+A1**
Dimensione dell'aggregato	**Aggregato fine *d/D* 0/4**	**Aggregato in frazione unica *d/D* 0/4**	**Aggregato fine *d/D* 0/4**
Granulometria	**G_F85**	**G_A85 GT_C10**	**G_F85 GT_F10**
Equivalente in sabbia	**SE ≥ 85%**	**SE ≥ 85%**	**SE ≥ 85%**
Valore di blu	**MB ≤ 0,5 g/kg**	**MB ≤ 0,5 g/kg**	**MB ≤ 0,5 g/kg**
Massa volumica del granulo	**ρ_a 2,91 ± 0,05 Mg/m³**	**ρ_a 2,91 ± 0,05 Mg/m³**	**ρ_a 2,91 ± 0,05 Mg/m³**
Contenuto di Fini	**f_3**	**f_3**	**f_3**
Cloruri idrosolubili	**C 0,003%**	**-**	**-**
Solfati solubili in acido	**$AS_{0,2}$**	**-**	**$AS_{0,2}$**
Zolfo totale	**S_1**	**-**	**S_1**
Sostanza humica	**Più chiaro del colore normalizzato**		
Contenuto di carbonato di calcio	**NDP**	**-**	**-**
Assorbimento d'acqua	**WA_{24} 1,6%**	**$WA_{24}2$**	**$WA_{24}2$**
Emissione di radioattività	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. metalli pesanti	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. idrocarburi poliaromatici	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. di altre sostanze pericolose	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Reattività alcali silice	**< 0,10%** (espansione dopo 16 giorni)	-	-
Analisi petrografica e origine	Dolomia di colore grigiastro, compatta, a struttura micritica, omogenea, a frattura di tipo concoide-piana; aggregato naturale, completamente frantumato, estratto dalla cava Giunchetto in Genova.		

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate.
La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

*Lecco, 25 maggio 2017 - **Rev. 2***

http://www.unicalce.it/prodotti-2/inerti/certificati-d-o-p/

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:
Ing. Vittorio Vanz

UNICALCE

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

n. 0785-CPR-31-231-AD4

CE 0785 07

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:	**UL09 PIETRISCO DOLOMITICO LAVATO 8/15**	
2. Usi previsti:	**AGGREGATI PER CALCESTRUZZO - EN 12620**	
	AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE – EN 13043	
	AGGREGATI PER L'IMPIEGO IN OPERE DI INGEGNERIA CIVILE - EN 13242	
3. Fabbricante:	**UNICALCE S.p.A.** **Via Ponti 18** **I-24012 Val Brembilla (BG)** **Stabilimento di Genova (GE)**	Contatti: Tel. +39.(0)341.2571 Fax: +39.(0)341.257282 E-mail: servizitecprodotti@unicalce.it
4. Sistemi di VVCP:	**2+**	
5. Norma armonizzata: Organismi notificati:	**EN 12620:2002:A1+2008 - EN 13043:2002 - EN 13242:2002+A1:2007** **GG-CERT Gütegemeinschaft Naturstein, Kalk und Mörtel e.V., No. 0785**	

6. Prestazioni dichiarate:

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	PRESTAZIONE		
Specifica tecnica armonizzata	**EN 12620:2002+A1**	**EN 13043:2002**	**EN 13242:2002+A1**
Dimensione dell'aggregato	**Aggregato grosso *d/D* 5,6/16**	**Aggregato grosso *d/D* 5,6/16**	**Aggregato grosso *d/D* 5,6/16**
Granulometria	***G*C90/15 *G*T15 D/1,4 11,2mm 65,01%**	***G*C90/15 *G*25/15**	***G*C85/15 *GT*C25/15**
Equivalente in sabbia	**NPD**	**NPD**	**NPD**
Valore di blu	**NPD**	**NPD**	**NPD**
Massa volumica del granulo	**ρ_a 2,87 ± 0,05 Mg/m³**	**ρ_a 2,87 ± 0,05 Mg/m³**	**ρ_a 2,87 ± 0,05 Mg/m³**
Contenuto di Fini	***f*1,5**	***f*0,5**	***f*2**
Coefficiente di appiattimento	***FI*15**	***FI*15**	***FI*15**
Indice di forma	**NPD**	**NPD**	**NPD**
Cloruri idrosolubili	**C 0.003%**	**-**	**-**
Solfati solubili in acido	***AS*0,2**	**-**	***AS*0,2**
Zolfo totale	***S*1**	**-**	***S*1**
Sostanza humica	**Più chiaro del colore normalizzato**		
Assorbimento d'acqua	***WA*24 0,6 ± 0,2%**	***WA*241**	***WA*241**
Resistenza alla frammentazione	***LA*25**	***LA*25**	***LA*25**
Resistenza all'usura	***M*DE10**	***M*DE10**	***M*DE15**
Resistenza alla levigabilità	***PSV*44**	***PSV*44**	**-**
Resistenza allo shock termico	**-**	**V_{LA}3**	**-**
Percentuale superfici frantumate	**-**	***C*100/0**	***C*90/3**
Resistenza al gelo disgelo	***F*1**	***F*1**	***F*1**
Affinità ai leganti bituminosi	**-**	**90%** (copertura media alle 24h)	**-**
Emissione di radioattività	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. metalli pesanti	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. idrocarburi poliaromatici	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. di altre sostanze pericolose	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Reattività alcali silice	**< 0,10%** (esp. 16g)	**-**	**-**
Analisi petrografica e origine	Dolomia di colore grigiastro, compatta, a struttura micritica, omogenea, a frattura di tipo concoide-piana; aggregato naturale, completamente frantumato, estratto dalla cava Giunchetto in Genova.		

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate.
La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

*Lecco, 25 maggio 2017 - **Rev. 3***

http://www.unicalce.it/prodotti-2/inerti/certificati-d-o-p/

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:
Ing. Vittorio Vanz

UNICALCE

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

n. 0785-CPR-31-231-AD3

CE 0785 07

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:	**UL10 PIETRISCO DOLOMITICO LAVATO 4/8**	
2. Usi previsti:	**AGGREGATI PER CALCESTRUZZO - EN 12620**	
	AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE – EN 13043	
	AGGREGATI PER L'IMPIEGO IN OPERE DI INGEGNERIA CIVILE - EN 13242	
3. Fabbricante:	**UNICALCE S.p.A.** **Via Ponti 18** **I-24012 Val Brembilla (BG)** **Stabilimento di Genova (GE)**	Contatti: Tel. +39.(0)341.2571 Fax: +39.(0)341.257282 E-mail: servizitecprodotti@unicalce.it
4. Sistemi di VVCP:	**2+**	
5. Norma armonizzata: Organismi notificati:	**EN 12620:2002+A1:2008 - EN 13043:2002 - EN 13242:2002+A1:2007** **GG-CERT Gütegemeinschaft Naturstein, Kalk und Mörtel e.V., No. 0785**	

6. Prestazioni dichiarate:

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	PRESTAZIONE		
Specifica tecnica armonizzata	**EN 12620:2002+A1**	**EN 13043:2002**	**EN 13242:2002+A1**
Dimensione dell'aggregato	**Aggregato grosso** *d/D* **4/8**	**Aggregato grosso** *d/D* **4/8**	**Aggregato grosso** *d/D* **4/8**
Granulometria	$G_C85/20$	$G_C90/15$ $G_{25/15}$	$G_C85/15$ $GT_C25/15$
Equivalente in sabbia	NPD	NPD	NPD
Valore di blu	NPD	NPD	NPD
Massa volumica del granulo	ρ_a 2,92 ± 0,05 Mg/m³	ρ_a 2,92 ± 0,05 Mg/m³	ρ_a 2,92 ± 0,05 Mg/m³
Contenuto di Fini	$f_{1,5}$	$f_{0,5}$	f_2
Coefficiente di appiattimento	FI_{15}	FI_{15}	FI_{15}
Indice di forma	NPD	NPD	NPD
Cloruri idrosolubili	C 0,003%	-	-
Solfati solubili in acido	$AS_{0,2}$	-	$AS_{0,2}$
Zolfo totale	S_1	-	S_1
Sostanza humica	**Più chiaro del colore normalizzato**		
Assorbimento d'acqua	WA_{24} 0,7 ± 0,2%	$WA_{24}1$	$WA_{24}1$
Resistenza alla frammentazione	LA_{25}	LA_{25}	LA_{25}
Resistenza all'usura	$M_{DE}10$	$M_{DE}10$	$M_{DE}15$
Resistenza alla levigabilità	PSV_{44}	PSV_{44}	-
Resistenza allo shock termico	-	$V_{LA}3$	-
Percentuale superfici frantumate	-	$C_{100/0}$	$C_{90/3}$
Resistenza al gelo disgelo	F_1	F_1	F_1
Affinità ai leganti bituminosi	-	**90%** (copertura media alle 24h)	-
Emissione di radioattività	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. metalli pesanti	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. idrocarburi poliaromatici	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. di altre sostanze pericolose	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Reattività alcali silice	< 0,10% (esp. 16g)	-	-
Analisi petrografica e origine	Dolomia di colore grigiastro, compatta, a struttura micritica, omogenea, a frattura di tipo concoide-piana; aggregato naturale, completamente frantumato, estratto dalla cava Giunchetto in Genova.		

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate.
La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

Lecco, 25 maggio 2017 - ***Rev. 2***

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:
Ing. Vittorio Vanz

http://www.unicalce.it/prodotti-2/inerti/certificati-d-o-p/

UNICALCE

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

n. 0785-CPR-31-231-AD5

CE 0785 07

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:	**UL15 PIETRISCO DOLOMITICO LAVATO 15/25**	
2. Usi previsti:	**AGGREGATI PER CALCESTRUZZO - EN 12620**	
	AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE – EN 13043	
	AGGREGATI PER L'IMPIEGO IN OPERE DI INGEGNERIA CIVILE - EN 13242	
3. Fabbricante:	**UNICALCE S.p.A.** **Via Ponti 18** **I-24012 Val Brembilla (BG)** **Stabilimento di Genova (GE)**	Contatti: Tel. +39.(0)341.2571 Fax: +39.(0)341.257282 E-mail: servizitecprodotti@unicalce.it
4. Sistemi di VVCP:	**2+**	
5. Norma armonizzata: Organismi notificati:	**EN 12620:2002+A1:2008 - EN 13043:2002 - EN 13242:2002+A1:2007** **GG-CERT Gütegemeinschaft Naturstein, Kalk und Mörtel e.V., No. 0785**	

6. Prestazioni dichiarate:

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	PRESTAZIONE		
Specifica tecnica armonizzata	**EN 12620:2002+A1**	**EN 13043:2002**	**EN 13242:2002+A1**
Dimensione dell'aggregato	**Aggregato grosso** *d/D* **11,2/22,4**	**Aggregato grosso** *d/D* **11,2/22,4**	**Aggregato grosso** *d/D* **11,2/22,4**
Granulometria	$G_C85/20$ G_T15 D/1,4 16mm 37,94%	$G_C90/15$ $G_{25/15}$	$G_C85/15$ $GT_C25/15$
Equivalente in sabbia	**NPD**	**NPD**	**NPD**
Valore di blu	**NPD**	**NPD**	**NPD**
Massa volumica del granulo	ρ_a 2,89 ± 0,05 Mg/m³	ρ_a 2,89 ± 0,05 Mg/m³	ρ_a 2,89 ± 0,05 Mg/m³
Contenuto di Fini	$f_{1,5}$	$f_{0,5}$	f_2
Coefficiente di appiattimento	FI_{15}	FI_{15}	FI_{15}
Indice di forma	**NPD**	**NPD**	**NPD**
Cloruri idrosolubili	**C 0,003%**	-	-
Solfati solubili in acido	$AS_{0,2}$	-	$AS_{0,2}$
Zolfo totale	S_1	-	S_1
Sostanza humica	**Più chiaro del colore normalizzato**		
Assorbimento d'acqua	WA_{24} 0,5 ± 0,2%	$WA_{24}1$	$WA_{24}1$
Resistenza alla frammentazione	LA_{25}	LA_{25}	LA_{25}
Resistenza all'usura	$M_{DE}10$	$M_{DE}10$	$M_{DE}15$
Resistenza alla levigabilità	PSV_{44}	PSV_{44}	-
Resistenza allo shock termico	-	$V_{LA}3$	-
Percentuale superfici frantumate	-	$C_{100/0}$	$C_{90/3}$
Resistenza al gelo disgelo	F_1	F_1	F_1
Affinità ai leganti bituminosi	-	**90%** (copertura media alle 24h)	-
Emissione di radioattività	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. metalli pesanti	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. idrocarburi poliaromatici	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Ril. di altre sostanze pericolose	**Assenti**	**Assenti**	**Assenti**
Reattività alcali silice	**< 0,10%** (esp. 16g)	-	-
Analisi petrografica e origine	Dolomia di colore grigiastro, compatta, a struttura micritica, omogenea, a frattura di tipo concoide-piana; aggregato naturale, completamente frantumato, estratto dalla cava Giunchetto in Genova.		

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate.
La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

Lecco, 25 maggio 2017 - ***Rev. 3***

http://www.unicalce.it/prodotti-2/inerti/certificati-d-o-p/

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:
Ing. Vittorio Vanz

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Data emissione: 13/12/2017

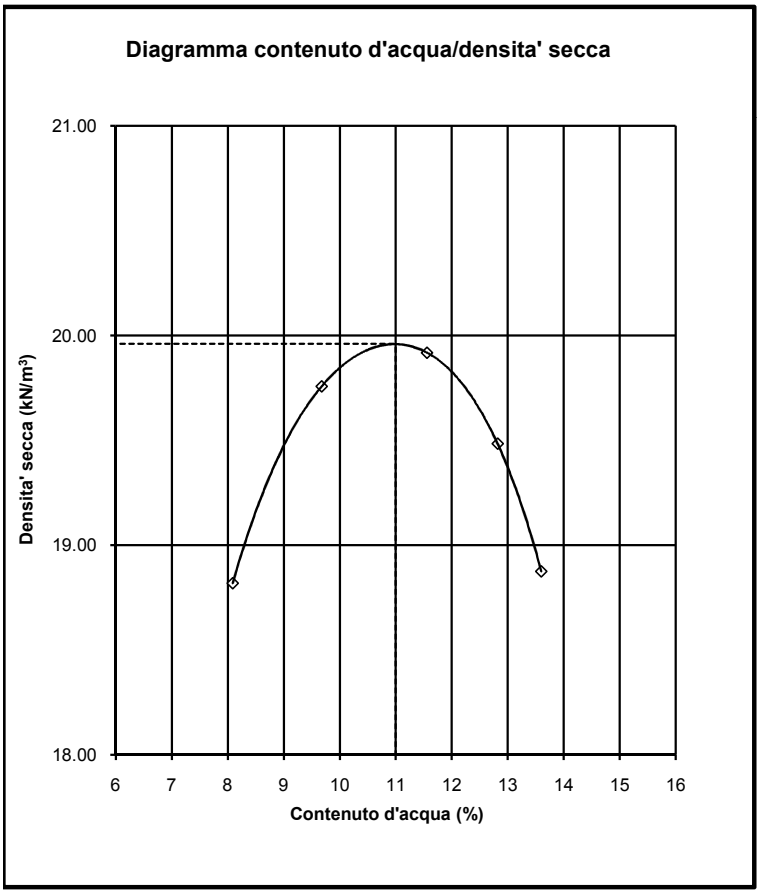
PROVA DI COMPATTAZIONE (Proctor mod.)

Certificato n° 1963

Committente: Unicalce S.p.A
Cantiere: qualifica materiali
Località: Genova
Verbale di accettazione n°: 182
Data verbale: 6/12/17
Note:

Sondaggio:
Campione: Limi filtropressa
Profondità:
Data esecuzione prova: 07-13/12/2017
Specifica di prova: ASTM D1557-09
Rep: 17/164

N° del campione		1	2	3	4	5
Massa camp. umido + tara	(g)	5002	5130	5183	5160	5108
Massa della fustella	(g)	3044	3044	3044	3044	3044
Massa terreno umido	(g)	1958	2086	2139	2116	2064
Densita' umida	(kN/m^3)	20.34	21.67	22.22	21.98	21.44
Contenuto d'acqua	(%)	8.09	9.68	11.56	12.82	13.60
Densita' secca	(kN/m^3)	18.82	19.76	19.92	19.48	18.87



Caratteristiche della prova	
Fustella 6"	Verificata in data 16/11/2010
Altezza fustella (mm)	116.4
Diametro fustella (mm)	101.6
Volume fustella (cm^3)	944
Numero di strati	5
Numero colpi per strato	25
Massa pestello (kg)	4.54
Altezza di caduta (cm)	45.7
Energia compatt. (J)	27000
Diam. max. granuli (mm)	2

Caratteristiche ottimali	
Densità umida (kN/m^3)	**22.16**
Densità secca (kN/m^3)	**19.96**
Contenuto d'acqua (%)	**11.00**
Peso specifico (Mg/m^3)	--
Porosità (%)	--
Indice dei vuoti	--

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA D'AVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-[illegible] e-mail: sgl.lab@alice.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
RAPPORTO DI PROVA - SOMMARIO

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*		
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Tipo provino	*Compattato w ottimale*
Certificato	*1964 del 13/12/2017*		
Peso specifico	*2.74 (Misurato)*	Provini sottoposti a prova immerso	
Tipo macchina di taglio	*Macchina di Taglio con Geodatalog*		

CONDIZIONI INIZIALI	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Numero Campione	*1*	*2*	*3*
Profondità prelievo (m)			
Altezza (mm)	*20.0*	*20.0*	*20.0*
Diametro (mm)	*60.0*	*60.0*	*60.0*
Sezione (mm²)	*2827.4*	*2827.4*	*2827.4*
Umidità (misura diretta) (%)	*11*	*11*	*11*
Umidità (trimming) (%)			
Densità secca (g)	*117.0*	*113.3*	*113.1*
Densità umida (kN/m³)	*22.50*	*21.85*	*21.78*
Densità secca (kN/m³)	*20.29*	*19.65*	*19.62*
Indice dei vuoti	*0.325*	*0.368*	*0.370*
Grado di saturazione (%)	*92*	*83*	*81*

FASE DI TAGLIO			
Velocità fase di taglio (mm/min)	*0.006306*	*0.006452*	*0.006279*
Condizioni a rottura (Resistenza al taglio massima)			
Pressione verticale (kPa)	*100*	*150*	*200*
Tensione di taglio (kPa)	*72*	*87*	*124*
Spostamento orizzontale (mm)	*1.88*	*2.94*	*1.16*
Def. verticale (mm)	*-0.182*	*-0.180*	*-0.185*

CONDIZIONI FINALI			
Contenuto d'acqua (%)	*10*	*11*	*9.5*
Densità umida (kN/m³)	*22.61*	*22.19*	*21.83*
Densità secca (kN/m³)	*20.51*	*20.08*	*19.93*

Coesione (kPa)	*17.0*
Angolo di resistenza al taglio (°)	*27.3*

Commenti / variazioni delle procedure:

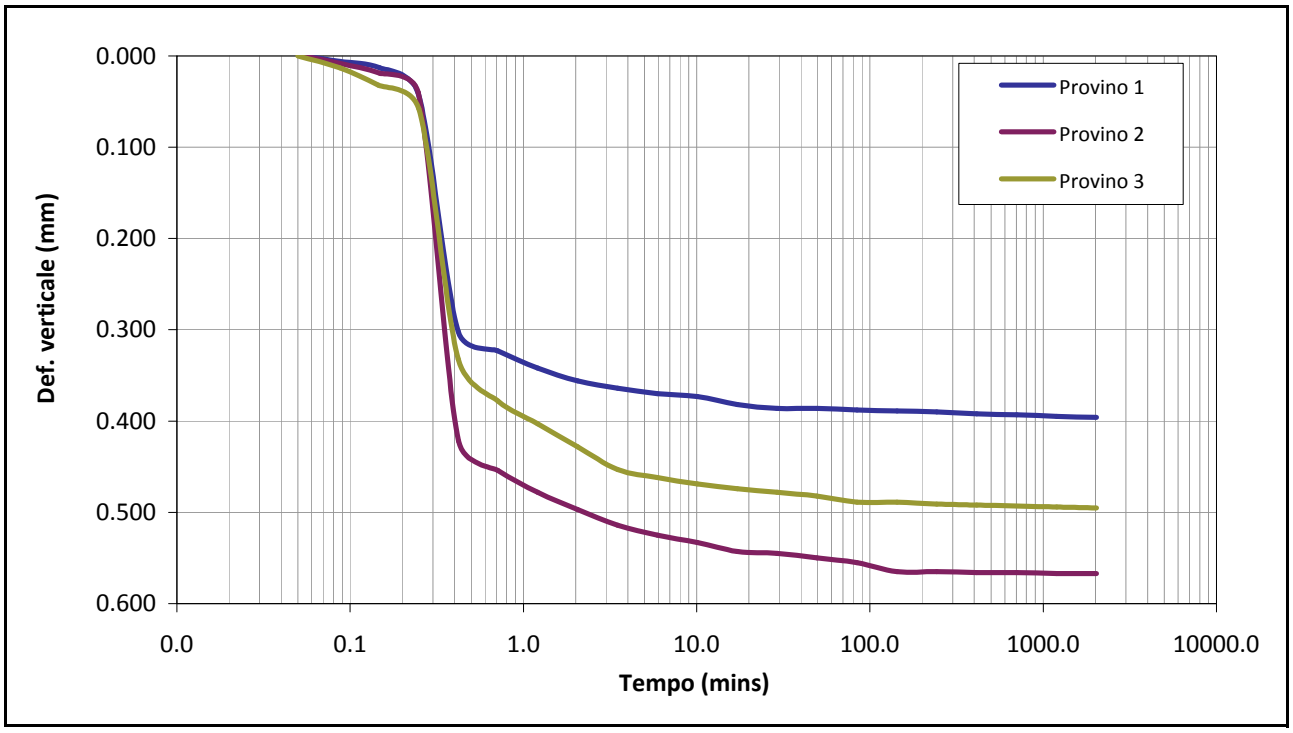
Grado di saturazione finale (%)	*100*	*99*	*99*

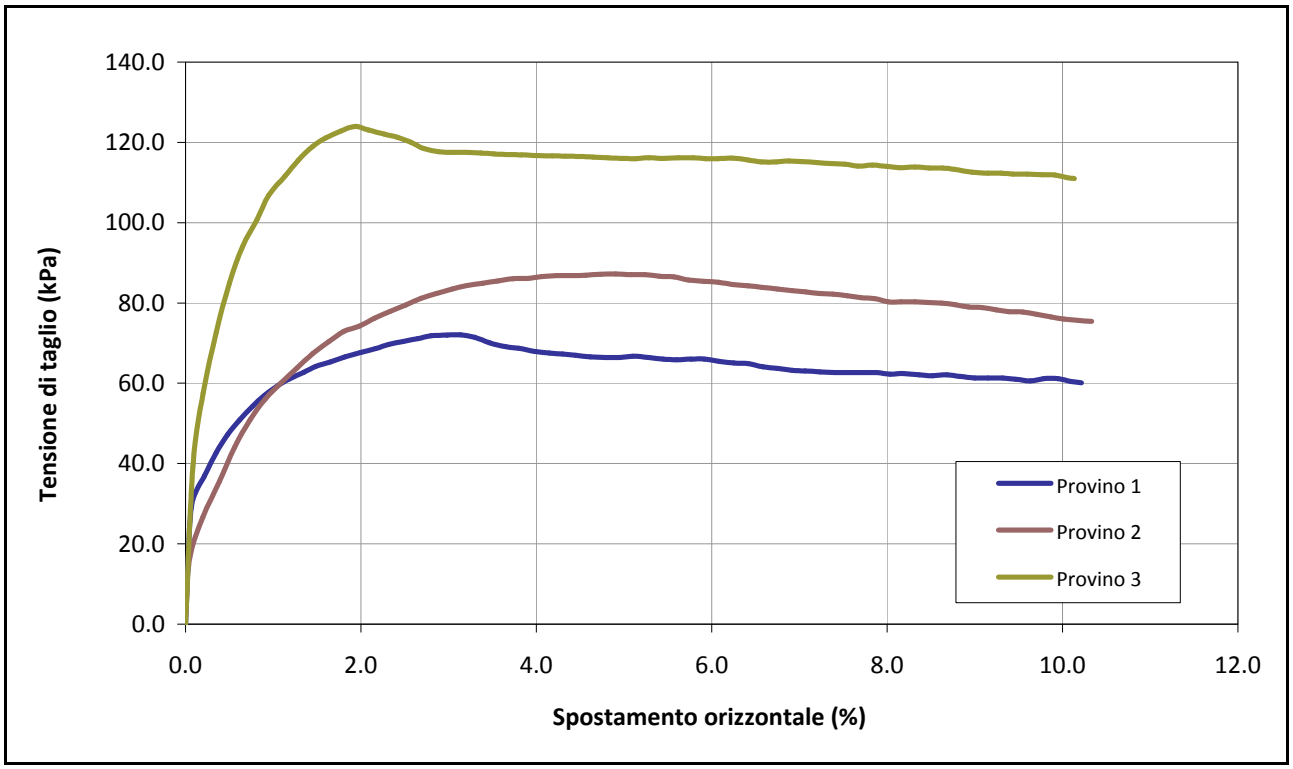
Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
RAPPORTO DI PROVA

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*1, 2, 3*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	, ,





Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

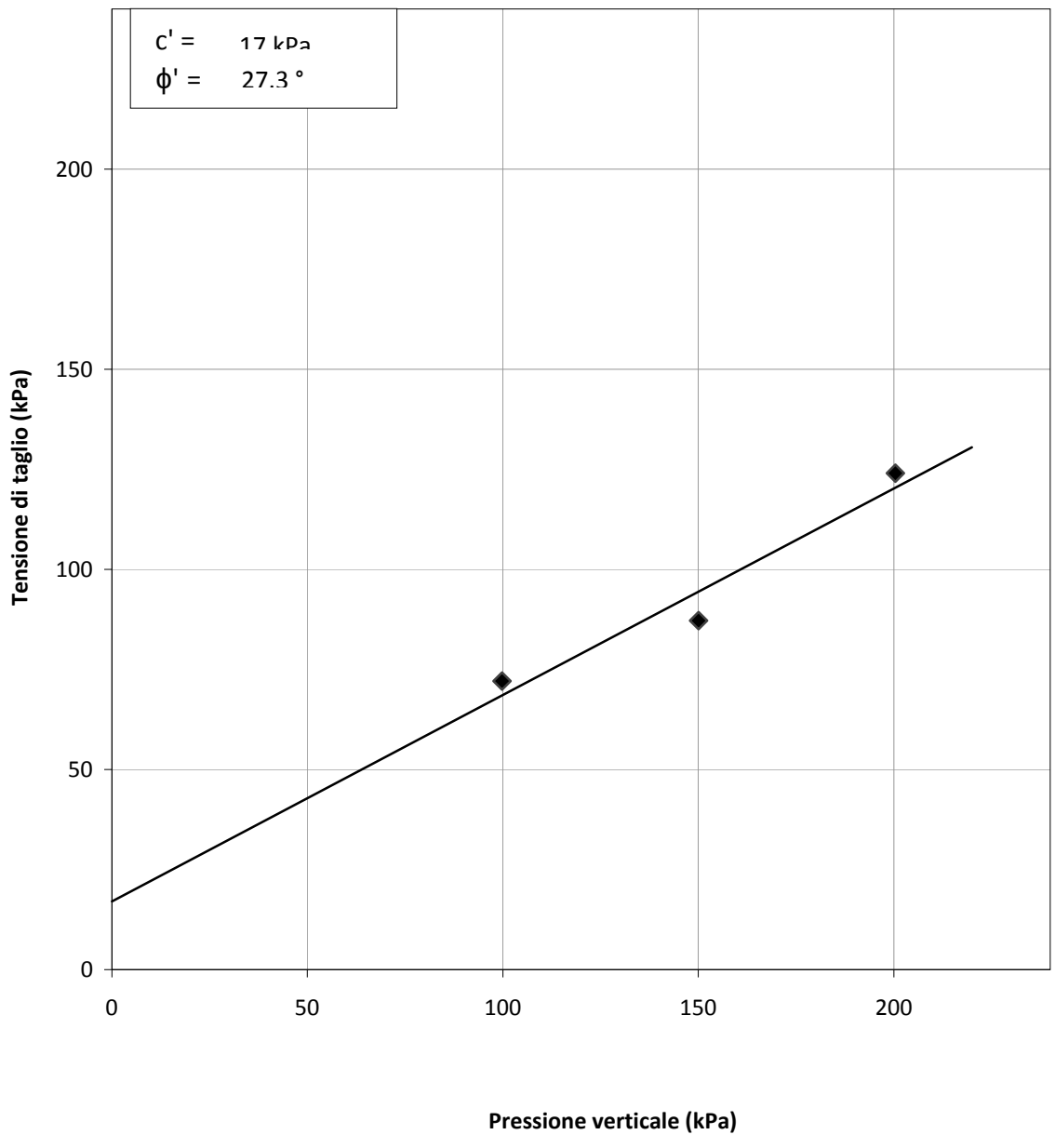
SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA D'AVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllaboratorio@alice.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
RAPPORTO DI PROVA

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*1, 2, 3*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	*, ,*



Lo Sperimentatore

Mod.07D4 Rev.0 del 02/05/11

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*1*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 1 **Pressione verticale (kPa)** ***100***

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo (mins)	Spost. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Def. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
0.01	*0.624*	*0.00*	*0.0*	*0.000*	*0.00*	*0.0*	*0.0*
15.00	*0.635*	*0.04*	*82.0*	*0.011*	*0.04*	*82.0*	*29.0*
30.00	*0.644*	*0.13*	*104.4*	*0.020*	*0.13*	*104.4*	*36.9*
45.00	*0.647*	*0.21*	*120.9*	*0.023*	*0.21*	*120.9*	*42.8*
60.00	*0.662*	*0.29*	*133.6*	*0.038*	*0.29*	*133.6*	*47.3*
75.00	*0.659*	*0.37*	*143.9*	*0.035*	*0.37*	*143.9*	*50.9*
90.00	*0.658*	*0.46*	*153.6*	*0.034*	*0.46*	*153.6*	*54.3*
105.00	*0.657*	*0.54*	*161.1*	*0.033*	*0.54*	*161.1*	*57.0*
120.00	*0.656*	*0.63*	*168.0*	*0.032*	*0.63*	*168.0*	*59.4*
135.00	*0.655*	*0.71*	*172.7*	*0.031*	*0.71*	*172.7*	*61.1*
150.00	*0.654*	*0.81*	*177.4*	*0.030*	*0.81*	*177.4*	*62.7*
165.00	*0.654*	*0.89*	*181.4*	*0.030*	*0.89*	*181.4*	*64.2*
180.00	*0.654*	*0.99*	*184.6*	*0.030*	*0.99*	*184.6*	*65.3*
195.00	*0.653*	*1.09*	*188.2*	*0.029*	*1.09*	*188.2*	*66.6*
210.00	*0.652*	*1.20*	*191.3*	*0.028*	*1.20*	*191.3*	*67.7*
225.00	*0.652*	*1.30*	*194.0*	*0.028*	*1.30*	*194.0*	*68.6*
240.00	*0.651*	*1.39*	*197.1*	*0.027*	*1.39*	*197.1*	*69.7*
255.00	*0.650*	*1.49*	*199.0*	*0.026*	*1.49*	*199.0*	*70.4*
270.00	*0.648*	*1.59*	*201.1*	*0.024*	*1.59*	*201.1*	*71.1*
285.00	*0.644*	*1.68*	*203.0*	*0.020*	*1.68*	*203.0*	*71.8*
300.00	*0.643*	*1.79*	*203.6*	*0.019*	*1.79*	*203.6*	*72.0*
315.00	*0.642*	*1.88*	*203.8*	*0.018*	*1.88*	*203.8*	*72.1*
330.00	*0.642*	*1.98*	*201.9*	*0.018*	*1.98*	*201.9*	*71.4*
345.00	*0.637*	*2.08*	*198.2*	*0.013*	*2.08*	*198.2*	*70.1*
360.00	*0.636*	*2.19*	*195.4*	*0.012*	*2.19*	*195.4*	*69.1*
375.00	*0.636*	*2.28*	*194.4*	*0.012*	*2.28*	*194.4*	*68.8*
390.00	*0.635*	*2.39*	*192.0*	*0.011*	*2.39*	*192.0*	*67.9*
405.00	*0.635*	*2.49*	*190.9*	*0.011*	*2.49*	*190.9*	*67.5*
420.00	*0.635*	*2.58*	*190.3*	*0.011*	*2.58*	*190.3*	*67.3*
435.00	*0.635*	*2.67*	*189.3*	*0.011*	*2.67*	*189.3*	*67.0*
450.00	*0.635*	*2.77*	*188.2*	*0.011*	*2.77*	*188.2*	*66.6*
465.00	*0.635*	*2.87*	*187.7*	*0.011*	*2.87*	*187.7*	*66.4*
480.00	*0.634*	*2.97*	*187.7*	*0.010*	*2.97*	*187.7*	*66.4*
495.00	*0.634*	*3.06*	*188.7*	*0.010*	*3.06*	*188.7*	*66.7*
510.00	*0.634*	*3.17*	*187.7*	*0.010*	*3.17*	*187.7*	*66.4*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*1*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 1 **Pressione verticale (kPa)** ***100***

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo (mins)	Spost. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Def. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
525.00	*0.634*	*3.27*	*186.6*	*0.010*	*3.27*	*186.6*	*66.0*
540.00	*0.634*	*3.36*	*186.1*	*0.010*	*3.36*	*186.1*	*65.8*
555.00	*0.634*	*3.46*	*186.6*	*0.010*	*3.46*	*186.6*	*66.0*
570.00	*0.634*	*3.55*	*186.6*	*0.010*	*3.55*	*186.6*	*66.0*
585.00	*0.634*	*3.65*	*185.0*	*0.010*	*3.65*	*185.0*	*65.4*
600.00	*0.633*	*3.75*	*184.0*	*0.009*	*3.75*	*184.0*	*65.1*
615.00	*0.633*	*3.85*	*183.5*	*0.009*	*3.85*	*183.5*	*64.9*
630.00	*0.633*	*3.95*	*181.3*	*0.009*	*3.95*	*181.3*	*64.1*
645.00	*0.633*	*4.05*	*180.0*	*0.009*	*4.05*	*180.0*	*63.7*
660.00	*0.633*	*4.15*	*178.7*	*0.009*	*4.15*	*178.7*	*63.2*
675.00	*0.633*	*4.24*	*178.2*	*0.009*	*4.24*	*178.2*	*63.0*
690.00	*0.633*	*4.34*	*177.6*	*0.009*	*4.34*	*177.6*	*62.8*
705.00	*0.633*	*4.44*	*177.1*	*0.009*	*4.44*	*177.1*	*62.6*
720.00	*0.633*	*4.54*	*177.1*	*0.009*	*4.54*	*177.1*	*62.6*
735.00	*0.632*	*4.63*	*177.1*	*0.008*	*4.63*	*177.1*	*62.6*
750.00	*0.632*	*4.73*	*177.1*	*0.008*	*4.73*	*177.1*	*62.6*
765.00	*0.632*	*4.82*	*176.1*	*0.008*	*4.82*	*176.1*	*62.3*
780.00	*0.632*	*4.91*	*176.6*	*0.008*	*4.91*	*176.6*	*62.5*
795.00	*0.632*	*5.02*	*175.5*	*0.008*	*5.02*	*175.5*	*62.1*
810.00	*0.632*	*5.11*	*175.0*	*0.008*	*5.11*	*175.0*	*61.9*
825.00	*0.631*	*5.21*	*175.5*	*0.007*	*5.21*	*175.5*	*62.1*
840.00	*0.631*	*5.30*	*174.5*	*0.007*	*5.30*	*174.5*	*61.7*
855.00	*0.631*	*5.40*	*173.4*	*0.007*	*5.40*	*173.4*	*61.3*
870.00	*0.631*	*5.49*	*173.4*	*0.007*	*5.49*	*173.4*	*61.3*
885.00	*0.632*	*5.59*	*173.4*	*0.008*	*5.59*	*173.4*	*61.3*
900.00	*0.632*	*5.68*	*172.4*	*0.008*	*5.68*	*172.4*	*61.0*
915.00	*0.633*	*5.78*	*171.3*	*0.009*	*5.78*	*171.3*	*60.6*
930.00	*0.633*	*5.87*	*172.9*	*0.009*	*5.87*	*172.9*	*61.2*
945.00	*0.634*	*5.97*	*172.9*	*0.010*	*5.97*	*172.9*	*61.2*
960.00	*0.638*	*6.06*	*170.8*	*0.014*	*6.06*	*170.8*	*60.4*
972.03	*0.640*	*6.13*	*170.0*	*0.016*	*6.13*	*170.0*	*60.1*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*2*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 2 **Pressione verticale (kPa)** ***150***

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo	Spost. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Def. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Tensione di taglio
(mins)	(mm)	(mm)	(N)	(mm)	(mm)	(N)	(kPa)
0.00	*1.083*	*0.00*	*0.0*	*0.000*	*0.00*	*0.0*	*0.0*
15.00	*1.083*	*0.00*	*5.1*	*0.000*	*0.00*	*5.1*	*1.8*
30.00	*1.082*	*0.03*	*46.5*	*-0.001*	*0.03*	*46.5*	*16.4*
45.00	*1.085*	*0.12*	*75.2*	*0.002*	*0.12*	*75.2*	*26.6*
60.00	*1.086*	*0.23*	*100.6*	*0.003*	*0.23*	*100.6*	*35.6*
75.00	*1.088*	*0.34*	*124.4*	*0.005*	*0.34*	*124.4*	*44.0*
90.00	*1.089*	*0.44*	*144.1*	*0.006*	*0.44*	*144.1*	*51.0*
105.00	*1.109*	*0.55*	*158.4*	*0.026*	*0.55*	*158.4*	*56.0*
120.00	*1.109*	*0.65*	*169.8*	*0.026*	*0.65*	*169.8*	*60.1*
135.00	*1.108*	*0.76*	*180.4*	*0.025*	*0.76*	*180.4*	*63.8*
150.00	*1.107*	*0.87*	*190.4*	*0.024*	*0.87*	*190.4*	*67.3*
165.00	*1.107*	*0.98*	*199.1*	*0.024*	*0.98*	*199.1*	*70.4*
180.00	*1.107*	*1.08*	*206.2*	*0.024*	*1.08*	*206.2*	*72.9*
195.00	*1.106*	*1.19*	*209.8*	*0.023*	*1.19*	*209.8*	*74.2*
210.00	*1.106*	*1.29*	*215.5*	*0.023*	*1.29*	*215.5*	*76.2*
225.00	*1.106*	*1.40*	*220.3*	*0.023*	*1.40*	*220.3*	*77.9*
240.00	*1.106*	*1.51*	*224.7*	*0.023*	*1.51*	*224.7*	*79.5*
255.00	*1.105*	*1.61*	*229.4*	*0.022*	*1.61*	*229.4*	*81.1*
270.00	*1.105*	*1.72*	*232.8*	*0.022*	*1.72*	*232.8*	*82.3*
285.00	*1.105*	*1.82*	*236.0*	*0.022*	*1.82*	*236.0*	*83.5*
300.00	*1.105*	*1.93*	*238.4*	*0.022*	*1.93*	*238.4*	*84.3*
315.00	*1.105*	*2.03*	*240.1*	*0.022*	*2.03*	*240.1*	*84.9*
330.00	*1.104*	*2.13*	*241.7*	*0.021*	*2.13*	*241.7*	*85.5*
345.00	*1.104*	*2.24*	*243.3*	*0.021*	*2.24*	*243.3*	*86.0*
360.00	*1.104*	*2.34*	*243.4*	*0.021*	*2.34*	*243.4*	*86.1*
375.00	*1.104*	*2.44*	*244.9*	*0.021*	*2.44*	*244.9*	*86.6*
390.00	*1.104*	*2.54*	*245.4*	*0.021*	*2.54*	*245.4*	*86.8*
405.00	*1.104*	*2.64*	*245.5*	*0.021*	*2.64*	*245.5*	*86.8*
420.00	*1.104*	*2.74*	*245.6*	*0.021*	*2.74*	*245.6*	*86.9*
435.00	*1.103*	*2.84*	*246.3*	*0.020*	*2.84*	*246.3*	*87.1*
450.00	*1.103*	*2.94*	*246.6*	*0.020*	*2.94*	*246.6*	*87.2*
465.00	*1.103*	*3.05*	*246.1*	*0.020*	*3.05*	*246.1*	*87.0*
480.00	*1.103*	*3.14*	*246.1*	*0.020*	*3.14*	*246.1*	*87.0*
495.00	*1.103*	*3.24*	*245.1*	*0.020*	*3.24*	*245.1*	*86.7*
510.00	*1.103*	*3.34*	*244.5*	*0.020*	*3.34*	*244.5*	*86.5*

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*2*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 2 **Pressione verticale (kPa)** ***150***

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo (mins)	Spost. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Def. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
525.00	*1.102*	*3.44*	*242.4*	*0.019*	*3.44*	*242.4*	*85.7*
540.00	*1.102*	*3.55*	*241.4*	*0.019*	*3.55*	*241.4*	*85.4*
555.00	*1.102*	*3.65*	*240.8*	*0.019*	*3.65*	*240.8*	*85.2*
570.00	*1.102*	*3.74*	*239.2*	*0.019*	*3.74*	*239.2*	*84.6*
585.00	*1.102*	*3.85*	*238.2*	*0.019*	*3.85*	*238.2*	*84.2*
600.00	*1.102*	*3.95*	*237.1*	*0.019*	*3.95*	*237.1*	*83.9*
615.00	*1.102*	*4.05*	*236.1*	*0.019*	*4.05*	*236.1*	*83.5*
630.00	*1.102*	*4.15*	*235.0*	*0.019*	*4.15*	*235.0*	*83.1*
645.00	*1.102*	*4.24*	*234.0*	*0.019*	*4.24*	*234.0*	*82.8*
660.00	*1.102*	*4.34*	*232.9*	*0.019*	*4.34*	*232.9*	*82.4*
675.00	*1.102*	*4.43*	*232.4*	*0.019*	*4.43*	*232.4*	*82.2*
690.00	*1.102*	*4.53*	*231.3*	*0.019*	*4.53*	*231.3*	*81.8*
705.00	*1.101*	*4.62*	*230.0*	*0.018*	*4.62*	*230.0*	*81.3*
720.00	*1.101*	*4.72*	*229.2*	*0.018*	*4.72*	*229.2*	*81.1*
735.00	*1.101*	*4.81*	*227.1*	*0.018*	*4.81*	*227.1*	*80.3*
750.00	*1.101*	*4.89*	*227.1*	*0.018*	*4.89*	*227.1*	*80.3*
765.00	*1.101*	*4.99*	*227.1*	*0.018*	*4.99*	*227.1*	*80.3*
780.00	*1.123*	*5.08*	*226.6*	*0.040*	*5.08*	*226.6*	*80.1*
795.00	*1.123*	*5.17*	*226.0*	*0.040*	*5.17*	*226.0*	*79.9*
810.00	*1.123*	*5.27*	*225.0*	*0.040*	*5.27*	*225.0*	*79.6*
825.00	*1.123*	*5.36*	*223.4*	*0.040*	*5.36*	*223.4*	*79.0*
840.00	*1.123*	*5.45*	*222.9*	*0.040*	*5.45*	*222.9*	*78.8*
855.00	*1.123*	*5.54*	*221.3*	*0.040*	*5.54*	*221.3*	*78.3*
870.00	*1.123*	*5.64*	*220.0*	*0.040*	*5.64*	*220.0*	*77.8*
885.00	*1.123*	*5.73*	*219.7*	*0.040*	*5.73*	*219.7*	*77.7*
900.00	*1.134*	*5.82*	*218.1*	*0.051*	*5.82*	*218.1*	*77.1*
915.00	*1.135*	*5.92*	*216.5*	*0.052*	*5.92*	*216.5*	*76.6*
930.00	*1.135*	*6.01*	*214.9*	*0.052*	*6.01*	*214.9*	*76.0*
945.00	*1.135*	*6.11*	*213.9*	*0.052*	*6.11*	*213.9*	*75.7*
960.00	*1.144*	*6.20*	*213.3*	*0.061*	*6.20*	*213.3*	*75.4*

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*3*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 3 **Pressione verticale (kPa)** ***200***

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo	Spost. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Def. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Tensione di taglio
(mins)	(mm)	(mm)	(N)	(mm)	(mm)	(N)	(kPa)
0.01	*1.573*	*0.00*	*-0.5*	*0.000*	*0.00*	*0.0*	*0.0*
15.00	*1.576*	*0.05*	*110.4*	*0.003*	*0.05*	*110.9*	*39.2*
30.00	*1.593*	*0.12*	*162.2*	*0.020*	*0.12*	*162.7*	*57.5*
45.00	*1.596*	*0.21*	*205.1*	*0.023*	*0.21*	*205.6*	*72.7*
60.00	*1.596*	*0.30*	*239.6*	*0.023*	*0.30*	*240.1*	*84.9*
75.00	*1.594*	*0.39*	*265.2*	*0.021*	*0.39*	*265.7*	*94.0*
90.00	*1.595*	*0.49*	*284.6*	*0.022*	*0.49*	*285.1*	*100.8*
105.00	*1.594*	*0.57*	*301.6*	*0.021*	*0.57*	*302.1*	*106.8*
120.00	*1.592*	*0.68*	*315.1*	*0.019*	*0.68*	*315.6*	*111.6*
135.00	*1.591*	*0.77*	*326.1*	*0.018*	*0.77*	*326.6*	*115.5*
150.00	*1.590*	*0.87*	*335.9*	*0.017*	*0.87*	*336.4*	*119.0*
165.00	*1.589*	*0.96*	*341.9*	*0.016*	*0.96*	*342.4*	*121.1*
180.00	*1.588*	*1.06*	*346.6*	*0.015*	*1.06*	*347.1*	*122.8*
195.00	*1.588*	*1.16*	*350.1*	*0.015*	*1.16*	*350.6*	*124.0*
210.00	*1.588*	*1.25*	*347.5*	*0.015*	*1.25*	*348.0*	*123.1*
225.00	*1.588*	*1.36*	*344.7*	*0.015*	*1.36*	*345.2*	*122.1*
240.00	*1.587*	*1.45*	*342.4*	*0.014*	*1.45*	*342.9*	*121.3*
255.00	*1.586*	*1.54*	*338.9*	*0.013*	*1.54*	*339.4*	*120.0*
270.00	*1.586*	*1.63*	*334.5*	*0.013*	*1.63*	*335.0*	*118.5*
285.00	*1.586*	*1.73*	*332.3*	*0.013*	*1.73*	*332.8*	*117.7*
300.00	*1.585*	*1.83*	*331.7*	*0.012*	*1.83*	*332.2*	*117.5*
315.00	*1.585*	*1.92*	*331.7*	*0.012*	*1.92*	*332.2*	*117.5*
330.00	*1.584*	*2.02*	*331.4*	*0.011*	*2.02*	*331.9*	*117.4*
345.00	*1.584*	*2.11*	*330.7*	*0.011*	*2.11*	*331.2*	*117.1*
360.00	*1.584*	*2.22*	*330.2*	*0.011*	*2.22*	*330.7*	*117.0*
375.00	*1.584*	*2.30*	*330.0*	*0.011*	*2.30*	*330.5*	*116.9*
390.00	*1.583*	*2.41*	*329.5*	*0.010*	*2.41*	*330.0*	*116.7*
405.00	*1.583*	*2.51*	*329.3*	*0.010*	*2.51*	*329.8*	*116.6*
420.00	*1.583*	*2.60*	*329.1*	*0.010*	*2.60*	*329.6*	*116.6*
435.00	*1.582*	*2.70*	*328.9*	*0.009*	*2.70*	*329.4*	*116.5*
450.00	*1.582*	*2.79*	*328.4*	*0.009*	*2.79*	*328.9*	*116.3*
465.00	*1.582*	*2.89*	*328.0*	*0.009*	*2.89*	*328.5*	*116.2*
480.00	*1.581*	*3.00*	*327.5*	*0.008*	*3.00*	*328.0*	*116.0*
495.00	*1.581*	*3.08*	*327.2*	*0.008*	*3.08*	*327.7*	*115.9*
510.00	*1.581*	*3.17*	*328.0*	*0.008*	*3.17*	*328.5*	*116.2*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	*Unicalce S.p.A.*		
Cantiere	*Qualifica materiali*	Numero Campione	*3*
Sondaggio - Campione	*Limi filtropressa*	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 3 **Pressione verticale (kPa)** ***200***

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo (mins)	Spost. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Def. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
525.00	*1.581*	*3.27*	*327.5*	*0.008*	*3.27*	*328.0*	*116.0*
540.00	*1.581*	*3.37*	*327.9*	*0.008*	*3.37*	*328.4*	*116.1*
555.00	*1.581*	*3.47*	*327.9*	*0.008*	*3.47*	*328.4*	*116.1*
570.00	*1.581*	*3.56*	*327.3*	*0.008*	*3.56*	*327.8*	*115.9*
585.00	*1.581*	*3.64*	*327.3*	*0.008*	*3.64*	*327.8*	*115.9*
600.00	*1.581*	*3.74*	*327.7*	*0.008*	*3.74*	*328.2*	*116.1*
615.00	*1.581*	*3.85*	*326.3*	*0.008*	*3.85*	*326.8*	*115.6*
630.00	*1.580*	*3.94*	*324.9*	*0.007*	*3.94*	*325.4*	*115.1*
645.00	*1.580*	*4.04*	*324.9*	*0.007*	*4.04*	*325.4*	*115.1*
660.00	*1.579*	*4.13*	*325.6*	*0.006*	*4.13*	*326.1*	*115.3*
675.00	*1.579*	*4.22*	*325.2*	*0.006*	*4.22*	*325.7*	*115.2*
690.00	*1.579*	*4.32*	*324.5*	*0.006*	*4.32*	*325.0*	*114.9*
705.00	*1.579*	*4.42*	*323.8*	*0.006*	*4.42*	*324.3*	*114.7*
720.00	*1.579*	*4.51*	*323.5*	*0.006*	*4.51*	*324.0*	*114.6*
735.00	*1.579*	*4.60*	*322.1*	*0.006*	*4.60*	*322.6*	*114.1*
750.00	*1.579*	*4.70*	*322.8*	*0.006*	*4.70*	*323.3*	*114.3*
765.00	*1.578*	*4.80*	*321.9*	*0.005*	*4.80*	*322.4*	*114.0*
780.00	*1.578*	*4.88*	*320.9*	*0.005*	*4.88*	*321.4*	*113.7*
795.00	*1.578*	*4.99*	*321.4*	*0.005*	*4.99*	*321.9*	*113.8*
810.00	*1.578*	*5.09*	*320.7*	*0.005*	*5.09*	*321.2*	*113.6*
825.00	*1.579*	*5.18*	*320.7*	*0.006*	*5.18*	*321.2*	*113.6*
840.00	*1.578*	*5.26*	*319.8*	*0.005*	*5.26*	*320.3*	*113.3*
855.00	*1.578*	*5.38*	*317.7*	*0.005*	*5.38*	*318.2*	*112.5*
870.00	*1.578*	*5.49*	*317.2*	*0.005*	*5.49*	*317.7*	*112.4*
885.00	*1.577*	*5.58*	*317.2*	*0.004*	*5.58*	*317.7*	*112.4*
900.00	*1.578*	*5.66*	*316.5*	*0.005*	*5.66*	*317.0*	*112.1*
915.00	*1.579*	*5.76*	*316.5*	*0.006*	*5.76*	*317.0*	*112.1*
930.00	*1.579*	*5.86*	*316.0*	*0.006*	*5.86*	*316.5*	*111.9*
945.00	*1.580*	*5.95*	*315.8*	*0.007*	*5.95*	*316.3*	*111.9*
960.00	*1.585*	*6.03*	*314.0*	*0.012*	*6.03*	*314.5*	*111.2*
968.33	*1.588*	*6.08*	*313.2*	*0.015*	*6.08*	*313.7*	*110.9*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Data emissione: 13/12/2017

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Certificato n° 1962

Committente: Unicalce S.p.A.	**Sondaggio:**
Cantiere: qualifica materiali	**Campione: Limi filtropressa**
Località: Genova	**Profondità:**
Verbale di accettazione n°: 182	**Data esecuzione prova: 07-13/12/2017**
Data verbale: 06/12/2017	**Specifica di prova: ASTM e BS**
Note:	**Rep: 17/164**

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-10**	**W (%) =**	**25.35**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	3218.00	3389.00	1562.00
Massa lorda secca (g)	2632.00	2792.00	1316.00
Massa acqua contenuta (g)	586.00	597.00	246.00
Tara (g)	280.00	450.00	357.00
Massa netta secca (g)	2352.00	2342.00	959.00
Contenuto d'acqua W (%)	24.91	25.49	25.65

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	**γ_n (kN/m^3) =**	**22.04**
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	174.93	170.02	171.41
Massa dello stampo (g)	45.22	44.06	45.88
Massa terreno netta umida (g)	129.71	125.96	125.53
Volume dello stampo (cm^3)	56.54	56.54	56.54
Peso di volume naturale (kN/m^3)	22.50	21.85	21.77

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-10**	**Gs (Mg/m3) =**	**2.74**
Prova n°	1	2	
Volume picnometro (cm^3)	556.64	541.98	
Massa picnometro (g)	195.01	251.71	
Massa picnometro + terra (g)	245.02	301.72	
Massa terra netta (g)	50.01	50.01	
Massa picn. + terra + acqua (g)	783.46	825.41	
Massa terra + acqua (g)	588.45	573.70	
Tempo di ebollizione (min)	20'	20'	
Peso specifico (Mg/m^3)	2.748	2.734	
Temperatura (°C)	14	14	
Densita' acqua (Mg/m^3)	0.9993	0.993	
Costante K	1.001101984	0.994790623	
Peso specifico **T = 20°C**	2.751	2.720	

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	**W (%)**	**25.35**
Peso di volume naturale	**γ_n (kN/m^3)**	**22.04**
Peso di volume secco	**γ_d (kN/m^3)**	**17.58**
Peso di volume saturo	**γ_s (kN/m^3)**	**21.15**
Peso specifico dei grani	**G_s (Mg/m^3)**	**2.74**
Porosita'	**n (%)**	**35.73**
Indice dei pori	**e**	**0.56**
Grado di saturazione	**S_r (%)**	**124.77**

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi