

Provincia di Novara



Regione Piemonte



Comuni di Boca e Cavallirio



MINERALI



INDUSTRIALI

# Minerali Industriali S.r.l.

SEDE LEGALE ED AMMINISTRATIVA P.zza M.Liberta', 4 28100 NOVARA

PROGETTO

## Concessione Mineraria "S.Grato" Comuni di Boca e Cavallirio (NO)

Richiesta di rinnovo con riduzione della Concessione Mineraria

**Relazione geologico-geomineraria  
Progetto di coltivazione  
Progetto di recupero ambientale**

Elaborato

**RT**

Data

**Maggio 2022**

Identificazione elaborato

Redatto

Verificato

Approvato

RT.pdf

-

-

-

Revisione

Data

Redatto

Verificato

Approvato

Oggetto

PROGETTISTI

(ELABORATO FIRMATO DIGITALMENTE)

Geol. Enrico ARESE

Agr. Giuglio MONTI

Ordine Geologi Regione Piemonte  
A.P. Sez. A – N. 458

Ordine Dott. Agronomi e Scienze Forestali  
Provincia VC  
N. 47

RESPONSABILE DEL PROGETTO

Ing. Davide SANDRIN

TOPOGRAFO

Geom. Gianluca OSS

## INDICE

|       |                                                                      |           |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1     | INTRODUZIONE.....                                                    | 5         |
| 2     | INQUADRAMENTO GENERALE .....                                         | 7         |
| 2.1   | Ubicazione .....                                                     | 7         |
| 3     | INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....                                         | 9         |
| 3.1   | Inquadramento geologico regionale .....                              | 9         |
| 3.2   | Il giacimento.....                                                   | 11        |
| 3.3   | Inquadramento geomorfologico e quadro del dissesto .....             | 17        |
| 3.4   | Cenni di idrogeologia .....                                          | 18        |
| 4     | PROGETTO DI COLTIVAZIONE .....                                       | 21        |
| 4.1   | Situazione attuale.....                                              | 21        |
| 4.2   | Modalità di coltivazione .....                                       | 22        |
| 4.3   | Geometria dei fronti.....                                            | 23        |
| 4.4   | Evoluzione della coltivazione per i prossimi cinque anni.....        | 24        |
| 4.5   | Regimazione delle acque meteoriche.....                              | 24        |
| 5     | CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICO-STRUTTURALE.....                      | 25        |
| 5.1   | Premessa.....                                                        | 25        |
| 5.2   | Rilievo geologico strutturale .....                                  | 25        |
| 5.2.1 | <i>Famiglie di discontinuità rilevate.....</i>                       | <i>28</i> |
| 5.2.2 | <i>Sintesi dei risultati .....</i>                                   | <i>33</i> |
| 6     | VERIFICA DI STABILITA' .....                                         | 34        |
| 6.1   | Gradoni .....                                                        | 35        |
| 6.1.1 | <i>Test di Markland (Matheson).....</i>                              | <i>35</i> |
| 6.1.2 | <i>Conclusioni .....</i>                                             | <i>63</i> |
| 6.2   | Fronti.....                                                          | 64        |
| 6.2.1 | <i>Situazione attuale.....</i>                                       | <i>64</i> |
| 6.2.2 | <i>Sezione 2-2.....</i>                                              | <i>64</i> |
| 6.2.3 | <i>Parametri geotecnici .....</i>                                    | <i>67</i> |
| 6.2.4 | <i>Verifiche di stabilità in condizioni dinamiche.....</i>           | <i>68</i> |
| 6.2.5 | <i>Verifiche di stabilità in condizioni statiche.....</i>            | <i>72</i> |
| 7     | PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE .....                                | 74        |
| 7.1   | Progetto finale autorizzato.....                                     | 74        |
| 7.2   | Completamento recupero ambientale dell'area .....                    | 75        |
| 7.2.1 | <i>Caratteristiche degli interventi di recupero ambientale .....</i> | <i>75</i> |
| 7.3   | Stato attuale del sito, sotto il profilo ambientale.....             | 78        |
| 7.3.1 | <i>Premessa.....</i>                                                 | <i>78</i> |
| 7.3.2 | <i>Opere effettuate o in corso d'opera.....</i>                      | <i>78</i> |
| 7.3.3 | <i>Area recuperate .....</i>                                         | <i>79</i> |

|       |                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 7.3.4 | Area recuperate a seguito intervento di compensazione ambientale..... | 83 |
| 7.3.5 | Area in corso di ripristino morfologico e recupero ambientale.....    | 87 |
| 8     | RELAZIONE SCHEMATICA DI OTTEMPERANZA.....                             | 92 |

### ALLEGATI (NEL TESTO)

|                    |                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Appendice A</b> | Deliberazione dalla Giunta Regionale del Piemonte n° 22-2298 del 4 luglio 2011                 |
| <b>Appendice B</b> | Determinazione n° 250 del 06/06/2017 (Settore Polizia mineraria, cave e miniere)               |
| <b>Appendice C</b> | Provvedimento conclusivo del procedimento – Autorizzazione paesaggistica (SUAP di Borgomanero) |
| <b>Appendice D</b> | Schede delle stazioni strutturali                                                              |
| <b>Appendice E</b> | Tabulati di calcolo                                                                            |
| <b>Appendice F</b> | Relazione schematica di ottemperanza                                                           |

### TAVOLE (FUORI TESTO)

|                 |                                                      |                   |
|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Tavola 1</b> | Planimetria Catastale con riduzione area concessione | Scala 1:2.500     |
| <b>Tavola 2</b> | Carta Topografica                                    | Scala<br>1:10.000 |
| <b>Tavola 3</b> | Planimetria stato attuale                            | Scala 1:500       |
| <b>Tavola 4</b> | Planimetria finale di ripristino                     | Scala 1:500       |
| <b>Tavola 5</b> | Sezioni di recupero ambientale                       | Scala 1:500       |

### INDICE DELLE FIGURE

|                                                                                                                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1 - Estratto della Tavola 2 (Tavola topografica su base BDTRE) della Concessione Mineraria "San Grato", con evidenziata (in grigio) l'area oggetto di richiesta di stralcio.....</i>                            | <i>6</i>  |
| <i>Figura 2 - Immagine satellitare (20/05/2021). In rosso il perimetro della Miniera "San Grato" (area di intervento), in blu il limite tra i comuni di Cavallirio (sinistra) e Boca (destra).....</i>                    | <i>8</i>  |
| <i>Figura 3 - Estratto, non in scala, della Carta Geologica d'Italia F° 30 "VARALLO". In blu la zona in esame.....</i>                                                                                                    | <i>11</i> |
| <i>Figura 4 - Particolare di un fronte, in cui sono visibili le differenti varietà cromatiche, variabili dal grigio-giallo al rosso intenso, legate al diverso grado di alterazione della roccia. ....</i>                | <i>12</i> |
| <i>Figura 5 - Particolare della faglia sub-verticale (piazzale a quota 366 m.s.l.m.). ....</i>                                                                                                                            | <i>14</i> |
| <i>Figura 6 - Particolare di un orizzonte argillificato (piazzale a quota 388 m.s.l.m.).....</i>                                                                                                                          | <i>15</i> |
| <i>Figura 7 - Estratto della carta geologica di dettaglio della Miniera "San Grato" allegata alla documentazione autorizzata con Deliberazione dalla Giunta Regionale del Piemonte n° 22-2298 del 4 luglio 2011. ....</i> | <i>16</i> |
| <i>Figura 8 - Panoramica del gradone a quota 405 m s.l.m., con evidenziati i lavori di ripristino morfologico e di ri-pristino vegetazionale.....</i>                                                                     | <i>21</i> |

|                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figura 9 - Panoramica dell'area stralciata.</i>                                                                                                                   | 22 |
| <i>Figura 10 - Estratto della Tavola 3 con ubicati gli stendimenti strutturali eseguiti.</i>                                                                         | 27 |
| <i>Figura 11 - Rappresentazione del sistema principale K1.</i>                                                                                                       | 28 |
| <i>Figura 12 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K2.</i>                                                                                                 | 29 |
| <i>Figura 13 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K3.</i>                                                                                                 | 30 |
| <i>Figura 14 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K4.</i>                                                                                                 | 31 |
| <i>Figura 15 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K5.</i>                                                                                                 | 32 |
| <i>Figura 16 – Estratto della Tavola 4 con ubicati i fronti analizzati, con relativa orientazione (in rosso) e la traccia della sezione 2 verificata (in verde).</i> | 34 |
| <i>Figura 17 – Scivolamento planare</i>                                                                                                                              | 35 |
| <i>Figura 18 – Scivolamento a cuneo</i>                                                                                                                              | 36 |
| <i>Figura 19 – Ribaltamento</i>                                                                                                                                      | 37 |
| <i>Figura 20 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 39 |
| <i>Figura 21 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 40 |
| <i>Figura 22 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 41 |
| <i>Figura 23 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati. Test di Matheson - Cinematismo planare.</i>                     | 42 |
| <i>Figura 24 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 43 |
| <i>Figura 25 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 44 |
| <i>Figura 26 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati. Test di Matheson - Cinematismo planare.</i>                     | 45 |
| <i>Figura 27 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 46 |
| <i>Figura 28 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 47 |
| <i>Figura 29 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 48 |
| <i>Figura 30 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 49 |
| <i>Figura 31 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 50 |
| <i>Figura 32 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 51 |
| <i>Figura 33 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 52 |
| <i>Figura 34 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 53 |
| <i>Figura 35 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 54 |
| <i>Figura 36 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 55 |
| <i>Figura 37 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 56 |
| <i>Figura 38 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 57 |
| <i>Figura 39 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 58 |
| <i>Figura 40 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 59 |
| <i>Figura 41 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 60 |
| <i>Figura 42 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 61 |
| <i>Figura 43 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.</i>                                                             | 62 |

|                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figura 44 - Criterio di rottura pubblicato da Hoek et al. (2002), in relazione al grado di fratturazione dell'ammasso roccioso.</i>                                                                                                        | 66 |
| <i>Figura 45 - Stati limite e coefficienti sismici.</i>                                                                                                                                                                                       | 69 |
| <i>Figura 46 - Verifica di stabilità.</i>                                                                                                                                                                                                     | 70 |
| <i>Figura 47 – Mappa FS locale</i>                                                                                                                                                                                                            | 71 |
| <i>Figura 48 – Verifica di stabilità</i>                                                                                                                                                                                                      | 72 |
| <i>Figura 49 – Mappa FS locale</i>                                                                                                                                                                                                            | 73 |
| <i>Figura 50 - Estratto Tav.0.4 "Planimetria finale di recupero ambientale".</i>                                                                                                                                                              | 74 |
| <i>Figura 51 - Estratto Tav.3 "Stato di fatto".</i>                                                                                                                                                                                           | 78 |
| <i>Figura 52 - Posa georete per inerbimento mediante idrosemina.</i>                                                                                                                                                                          | 79 |
| <i>Figura 53 - interventi di idrosemina su scarpate.</i>                                                                                                                                                                                      | 80 |
| <i>Figura 54 - Risultati intervento di idrosemina ottenuti nel breve periodo lato N.</i>                                                                                                                                                      | 80 |
| <i>Figura 55 - Risultati ottenuti al termine dell'intervento di recupero lato N.</i>                                                                                                                                                          | 81 |
| <i>Figura 56 - Sviluppo vegetazione autoctona scarpata a monte, lato N.</i>                                                                                                                                                                   | 81 |
| <i>Figura 57 - Scarpate recuperate lato N.</i>                                                                                                                                                                                                | 82 |
| <i>Figura 58 - Scarpate recuperate, lato W.</i>                                                                                                                                                                                               | 82 |
| <i>Figura 59 - Presenza di funghi su scarpata recuperata, lato W.</i>                                                                                                                                                                         | 83 |
| <i>Figura 60 – Foto aerea con localizzazione aree tipologiche della vegetazione forestale abbattuta.</i>                                                                                                                                      | 83 |
| <i>Figura 61 - Area in corso di sistemazione in accordo con comune di Boca – Creazione punto di partenza percorso forestale.</i>                                                                                                              | 84 |
| <i>Figura 62 - Area di compensazione forestale recuperata e collaudata, con recinzione elettrificata.</i>                                                                                                                                     | 85 |
| <i>Figura 63 - Area di compensazione forestale recuperata e collaudata. Sono visibili le nuove piantumazioni con shelter, più volte sostituite a causa dei danni provocati dagli ungulati nonostante la posa di una recinzione elettrica.</i> | 85 |
| <i>Figura 64 - Opere di compensazione forestale eseguite e collaudate in area boscata.</i>                                                                                                                                                    | 86 |
| <i>Figura 65 - Panoramica dell'area stralciata.</i>                                                                                                                                                                                           | 86 |
| <i>Figura 66 - Estratto Tav.0.3 recupero morfologico area SW.</i>                                                                                                                                                                             | 87 |
| <i>Figura 67 - Operazioni di ripristino morfologico scarpate a N: Riporto sterile – riprofilatura scarpate con angolo massimo di 36° – riporto terreno sterile.</i>                                                                           | 88 |
| <i>Figura 68 - Operazioni di ripristino morfologico scarpate a N: posa rete iuta biodegradabile.</i>                                                                                                                                          | 88 |
| <i>Figura 69 - Operazioni di recupero vegetazionale: 1) operazioni di idrosemina; 2) piantumazione talee.</i>                                                                                                                                 | 89 |
| <i>Figura 70 – Estratto Tavola 3</i>                                                                                                                                                                                                          | 89 |
| <i>Figura 71 - Operazioni di ripristino morfologico a monte del bacino di decantazione.</i>                                                                                                                                                   | 90 |
| <i>Figura 72 - Operazioni di ripristino vegetazionale con impianto siepe di Lauro nobilis, e inerbimento mediante idrosemina a monte del bacino di decantazione.</i>                                                                          | 91 |

## 1 INTRODUZIONE

MINERALI INDUSTRIALI s.r.l., di seguito MINERALI INDUSTRIALI, è titolare della Concessione Mineraria per la coltivazione di *"caolino, terre con grado di refrattarietà superiore a 1630°C, argille per porcellana e terraglia forte, feldspati e associati"*, denominata "San Grato", nel territorio dei comuni di Boca e Cavallirio (NO).

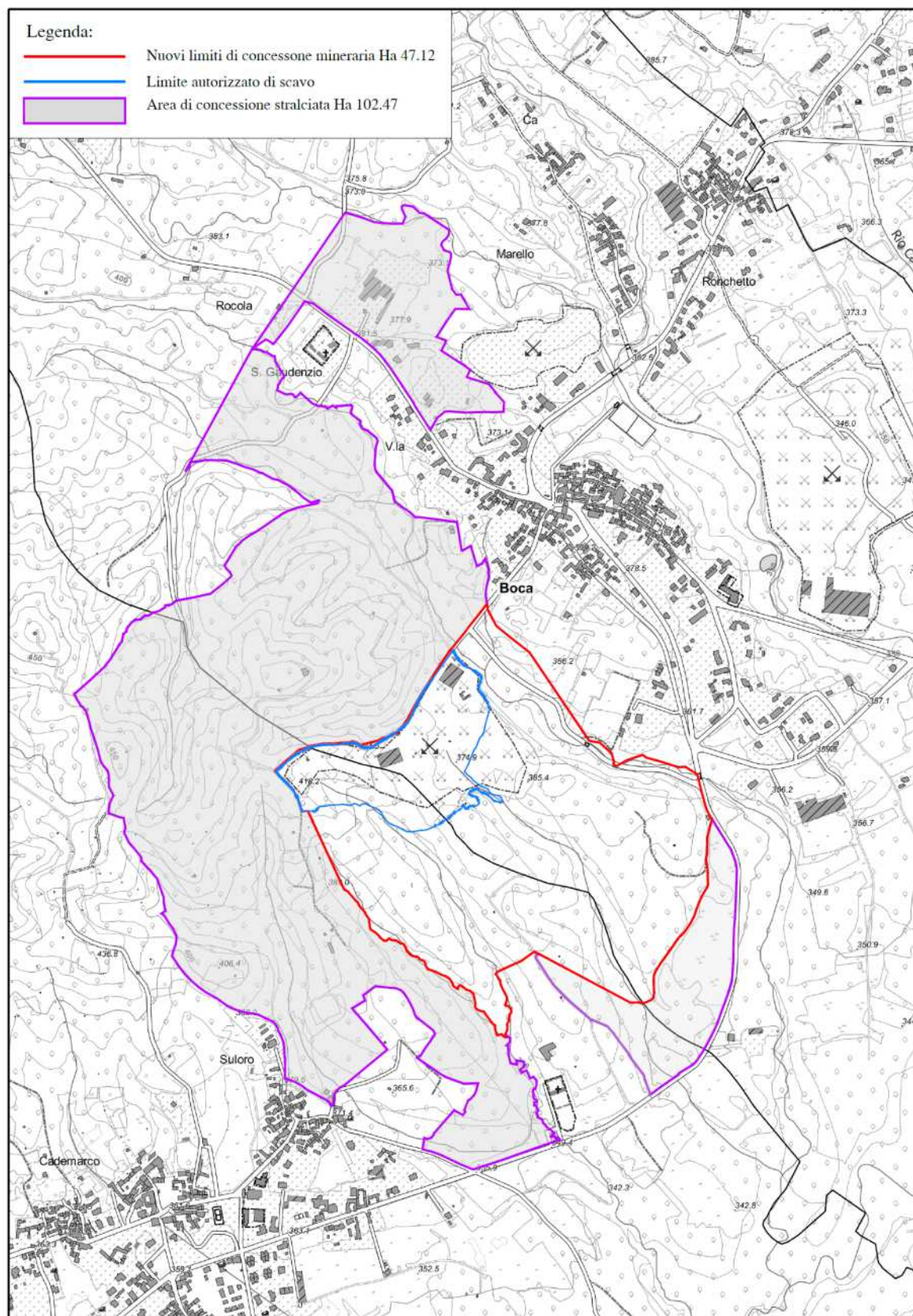
Con Deliberazione dalla Giunta Regionale del Piemonte n° 22-2298 del 4 luglio 2011 (App. A), è stato rilasciato, ai sensi dell'art. 12 della L.R. 40/1998, il giudizio di compatibilità ambientale per il *"rinnovo per anni quindici della Concessione Mineraria denominata San Grato"*.

Con Determinazione n° 250 del 06/06/2017 (App. B), rilasciata dalla Regione Piemonte - Settore Polizia mineraria, cave e miniere, è stata rinnovata la Concessione Mineraria denominata San Grato per anni cinque.

Con duplice "Provvedimento conclusivo del procedimento (D.P.R. 160/10)", il SUAP di Borgomanero dichiara concluso il procedimento volto al rilascio di autorizzazione per: "interventi modificativi dello stato dei luoghi di zone sottoposte a vincolo ambientale e paesaggistico", per anni cinque, relativi alla Concessione Mineraria denominata San Grato (App. C), allegando:

- Autorizzazione Paesaggistica n. 08/2021 del 10/12/2021 rilasciata dal Comune di Boca in virtù di subdelega di funzioni amministrative nelle zone soggette ai disposti del Titolo III del D.Lgs 42/04 e s.m. ed i.;
- Autorizzazione Paesaggistica n. 01/2022 del 09/03/2022 rilasciata dal Comune di Cavallirio in virtù di subdelega di funzioni amministrative nelle zone soggette ai disposti del Titolo III del D.Lgs 42/04 e s.m. ed i..

La presente relazione ed i relativi elaborati grafici costituiscono pertanto parte integrante dell'istanza di rinnovo della Concessione Mineraria, ai sensi del R.D. 1443/27, e della contestuale richiesta di stralcio delle superfici della Concessione Mineraria "San Grato" inserite nella delimitazione del "Parco del Fenera", in aree urbanizzate o in prossimità dell'abitato e in aree in prossimità di infrastrutture viarie, riducendo l'attuale superficie autorizzata da **102.47 ettari** a **47.12 ettari** (Figura 1).



*Figura 1 - Estratto della Tavola 2 (Tavola topografica su base BDTRE) della Concessione Mineraria "San Grato", con evidenziata (in grigio) l'area oggetto di richiesta di stralcio.*

## **2 INQUADRAMENTO GENERALE**

### **2.1 Ubicazione**

Il sito in oggetto è ubicato al confine tra i territori comunali di Boca e Cavallirio (NO), circa 400 m a SO del concentrico di Boca. L'area di coltivazione si estende prevalentemente in territorio di Boca ed unicamente la sua porzione più occidentale interessa il comune di Cavallirio.

Le aree oggetto della presente domanda di rinnovo sono cartografate:

- nella tavoletta II SE "Gozzano" del Foglio n. 30 della Carta Geografica d'Italia, in scala 1: 25.000 a cura dell'Istituto Geografico Militare;
- nella sezione n. 094090 della BDTRE, in scala 1: 10.000 a cura del Servizio Cartografico della Regione Piemonte.

Il baricentro dell'area oggetto di rinnovo corrisponde alle seguenti coordinate U.T.M. (WGS84):

E = 453.607

N = 5.058.028.

L'area presenta una forma geometrica irregolare, allungata lungo la direttrice E-O e maggiormente acclive verso Ovest, limitata a N, NO e NE dalle incisioni profonde di due rii (Figura 2).

L'area in esame non è compresa in zone sottoposte a vincolo idrogeologico (ex L.R. 45/1989), militare ed urbanistico e non appartiene ad aree di interesse archeologico.

Risulta invece parzialmente compresa in zone sottoposte a vincolo paesaggistico-ambientale ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004, art. 142 (App. C).



*Figura 2 - Immagine satellitare (20/05/2021). In rosso il perimetro della Miniera "San Grato" (area di intervento), in blu il limite tra i comuni di Cavallirio (sinistra) e Boca (destra).*

### **3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

#### **3.1 Inquadramento geologico regionale**

L'area di interesse è localizzata a S del Lago d'Orta, nella zona collinare che costituisce lo spartiacque tra la Bassa Valsesia e la Valle del T. Agogna, in prossimità dello sbocco delle suddette valli nella pianura novarese settentrionale. Il rilievo principale dell'area è rappresentato dal Monte Fenera, immediatamente a N dell'area oggetto di coltivazione.

Da un punto di vista geologico, la zona in oggetto è inquadrata nel F° 30 – Varallo (1927) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000 (Figura 3), al limite con il F° 43 – Biella (1967). L'area appartiene al Dominio del Sud Alpino, caratterizzato da una struttura regionale sud-vergente. Il Sud Alpino costituisce una sezione completa e quasi perfettamente conservata della crosta continentale prealpina.

Nell'intorno della zona di studio affiorano le unità litologiche degli Scisti dei Laghi, che rappresentano unità di crosta superiore e sono costituiti da un basamento metamorfico ercinico, corpi plutonici e vulcanici permiani e scarsi lembi dell'originaria copertura Mesozoica, affioranti presso il Monte Fenera.

Durante il Permiano le Alpi Meridionali furono sede di importanti manifestazioni magmatiche, legate al generale regime distensivo che si originò dopo l'orogenesi ercinica. A tale periodo risale la messa in posto dei plutoni dei Graniti dei Laghi e delle vulcaniti permiane, aventi chimismo riolitico con carattere localmente ignimbrítico, che in potenti colate ricoprono il margine sudorientale del basamento cristallino. Le vulcaniti permiane affiorano in depressioni tettoniche della fascia pedemontana, limitate lungo il lato NO da un sistema di faglie ad andamento SO-NE noto come Linea della Cremosina. Tale importante lineamento tettonico, risalente all'evento neoalpino, è ubicato poco a N di Serravalle ed attraversa l'abitato di Borgosesia.

Nel dettaglio, l'area di interesse progettuale è ubicata a S della Linea della Cremosina ed il suo assetto litostratigrafico è caratterizzato dall'affioramento delle vulcaniti permiane, denominate da Bortolami et al. (1967) "Complesso dei Porfidi Quarziferi del Biellese". Come affermato dagli stessi Autori, il complesso comprende rocce piroclastiche, ignimbrítiche e laviche in proporzioni diverse tra loro, ma tra le quali i porfidi quarziferi propriamente detti non sembrano essere il tipo petrografico più abbondante.

L'attività vulcanica che ha dato origine a queste rocce è stata prevalentemente di tipo esplosivo, accompagnata da formazioni di nubi ardenti e preceduta e intramezzata da modeste manifestazioni a carattere lavico. La deposizione di questa serie è avvenuta in ambiente continentale, sub-aereo, come testimoniato dall'assenza di depositi stratificati. Nel suo insieme, anche se è difficile rilevare delle chiare giaciture, la serie vulcanica immerge dolcemente a SE, motivo che ha permesso la conservazione dei termini più recenti nella zona più orientale di Gattinara (Bortolami et al., 1967).

Friz e Govi (1963) in uno studio specifico sulle vulcaniti permiane del distretto eruttivo di Gattinara, definiscono le numerose varietà petrografiche delle rocce eruttive della regione, citate in letteratura col nome generico di porfidi. Tra tutte le varietà prevale nettamente la facies piroclastica sulla facies di colata lavica. Il termine inferiore della serie risulta costituito da sottili e limitate colate porfiriche, talora direttamente sovrapposte al basamento cristallino, seguito da un orizzonte di tufiti conglomeratiche con carattere di rimaneggiamento, nel quale si denota una grande eterogeneità litologica degli inclusi. Si rinviene quindi una serie di tufi, talvolta con l'aspetto di prodotti ignimbrici abbastanza compatti. La successione termina con brecce e agglomerati tufacei grossolani, composti quasi esclusivamente da materiale vulcanico.

In generale gli Autori che hanno compiuto studi sulle vulcaniti permiane concordano nell'affermare che la serie vulcanica della Bassa Valsesia e del Biellese è composta da termini acidi a chimismo prevalentemente riolitico.

In alcuni settori della bassa Valsesia, al di sopra delle vulcaniti permiane affiorano lembi della copertura sedimentaria mesozoica. Un lembo rappresentativo di copertura si osserva presso il Monte Fenera: la sequenza è costituita da arenarie del Triassico inferiore (Arenarie Grigie di Fenera Annunziata), che poggiano in discordanza angolare sulle ignimbrici permiane. Segue quindi una potente serie di calcari dolomitici di piattaforma (Dolomia di S. Salvatore), espressione di una situazione di alto strutturale che delimitava verso Ovest i bacini lombardi. La serie sedimentaria liassica è costituita da brecce dolomitiche a matrice rossastra, arenarie litiche di ambiente litorale e calcari spongolitici, che testimoniano l'evoluzione del rifting neotetideo.

Nel Pliocene la Bassa Valsesia è interessata dalla trasgressione marina, con relativa deposizione di sedimenti marini che si estendono su tutta la Pianura Padana fino ai primi rilievi alpini.

Nell'intorno dell'area d'interesse i depositi pliocenici sono principalmente costituiti da sedimenti argilloso-sabbiosi debolmente cementati, affioranti in prossimità di Cavallirio.

I depositi quaternari affiorano diffusamente nell'intorno dell'area in esame e sono costituiti principalmente da depositi glaciali e fluvioglaciali, legati alle fasi pleistoceniche di espansione glaciale, e da depositi alluvionali e colluviali, databili dall'Olocene ad oggi.

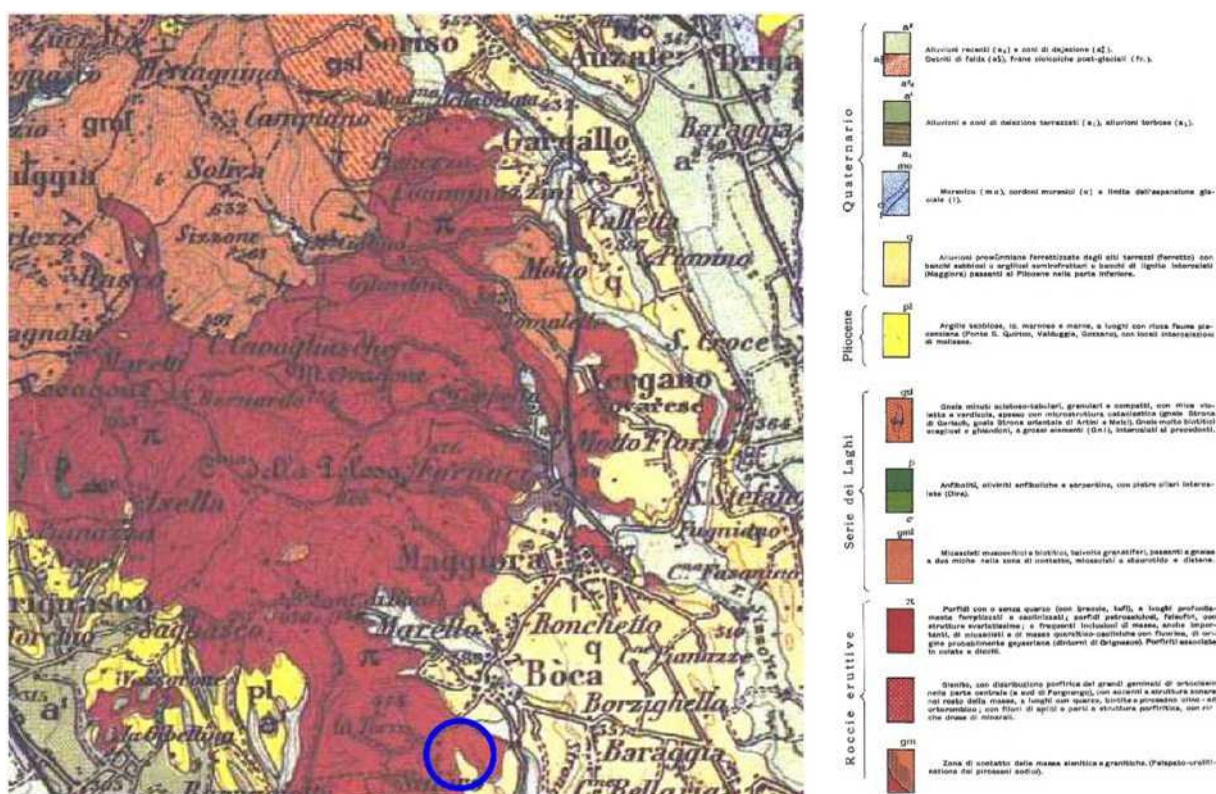


Figura 3 - Estratto, non in scala, della Carta Geologica d'Italia F° 30 "VARALLO". In blu la zona in esame.

### 3.2 Il giacimento

Le caratteristiche litostratigrafiche del sito in oggetto sono state ricostruite sia sulla base dell'osservazione diretta delle scarpate di scavo durante i sopralluoghi eseguiti, sia mediante la raccolta e lo studio della documentazione tecnica pregressa relativa alla miniera.

L'assetto litostratigrafico della miniera è caratterizzato dall'affioramento delle vulcaniti permiane, denominate da Bortolami et al. (1967) "Complesso dei Porfidi Quarziferi del Biellese".

Il substrato roccioso è costituito da una roccia massiccia, in cui le differenti varietà cromatiche, variabili dal grigio-giallo al rosso intenso, sono legate al diverso grado di alterazione della roccia (Figura 4); in particolare, i colori sui toni del rosso predominano in corrispondenza di fasce di diaclasi.

L'osservazione dei campioni a mano permette di individuare la tessitura porfirica della roccia, nella quale si riconoscono cristalli di quarzo e di feldspato immersi in una matrice microcristallina.



*Figura 4 - Particolare di un fronte, in cui sono visibili le differenti varietà cromatiche, variabili dal grigio-giallo al rosso intenso, legate al diverso grado di alterazione della roccia.*

Il giacimento di Boca comprende quindi facies di flusso piroclastico, in particolare ignimbriti riolitiche più o meno alterate, a cui si associano facies detritico-ruditiche e vulcano-sedimentarie.

L'assetto geo-strutturale dell'area è caratterizzato da un'intensa deformazione fragile, risultante in una diffusa fratturazione della roccia, secondo differenti famiglie di discontinuità. Le fratture sono in generale piane e suddividono i volumi rocciosi in prismi ed elementi tabulari di dimensioni decimetriche.

All'interno dell'ammasso roccioso è possibile individuare differenti litofacies, che presentano variazioni a scala metrica e sono legate a differenti gradi di fratturazione e di alterazione, indotta da fenomeni idrotermali e/o pedogenetici.

Le osservazioni compiute sul terreno inducono a suddividere l'area di coltivazione autorizzata in due zone principali, caratterizzate da differente aspetto della riolite e separate da un lineamento tettonico sub-verticale, che attraversa con orientazione circa N-S l'area di estrazione (Figura 5) e a cui è associata un'estesa fascia cataclastica. La linea di faglia separa in modo piuttosto netto una riolite alterata, dalla colorazione rosso-rosacea legata all'ossidazione, in cui non si riconosce più la primitiva struttura ignimbritica, affiorante ad Est del piano di faglia, da una riolite chiara, massiva, seppur caratterizzata da un'intensa deformazione fragile, affiorante ad Ovest.

L'area d'intervento autorizzata interessa e interesserà unicamente il settore di miniera localizzato a sud-ovest della linea di faglia, che presenta il maggiore sviluppo altimetrico, estendendosi dai 407 m del settore più occidentale, agli attuali 360 m circa del settore settentrionale (Tav. 3).

In tale settore la litologia affiorante corrisponde a depositi ignimbritici massivi, con grado di fratturazione e di alterazione che localmente presenta notevoli variazioni. In alcune zone la riolite presenta un incipiente argillificazione, evidente nel riempimento delle fratture (patine bianco-verdi); localmente sono presenti colorazioni della roccia tendenti al bruno-rossiccio che testimoniano un'ossidazione della roccia, spesso solamente isolata alla superficie.



*Figura 5 - Particolare della faglia sub-verticale (piazzale a quota 366 m.s.l.m.).*

Nel settore occidentale della miniera, ed in particolare alle quote più elevate, che si spingono fino al vertice occidentale di confine dello scavo e da qui a scendere lungo il margine nord-orientale, delimitato dalla strada comunale di Via S. Grato, e lungo il limite meridionale dell'area coltivata, sino ad una quota di circa 407 m s.l.m., le ignimbriti sono da moderatamente a molto argillificate (Figura 6). Dove l'alterazione è più intensa la roccia perde completamente consistenza e si presenta molto tenera.

La perdita di consistenza di queste porzioni più superficiali è verosimilmente dovuta a penetrativi fenomeni pedogenetici associati al ruscellamento ed alla infiltrazione delle acque meteoriche.



*Figura 6 - Particolare di un orizzonte argillificato (piazzale a quota 388 m.s.l.m.).*

Al di sotto di questo orizzonte superficiale alterato e argillificato, di spessore mediamente compreso tra i 5 e i 6 m, la riolite appare più massiva, sebbene intensamente fratturata. Settori caratterizzati da una fratturazione più pervasiva si alternano continuamente a settori con un grado di fratturazione meno elevato.

Dal punto di vista geo-giacimentologico, l'area di coltivazione è stata ampiamente studiata dalla MINERALI INDUSTRIALI; tali studi sono confluiti nella redazione di una carta geologica di dettaglio, un cui estratto è riportato in Figura 7.

Dall'analisi di tale elaborato, emerge che l'area di miniera è suddivisibile in tre zone principali, che si differenziano per la composizione chimica dell'ignimbrite.

La zona "rossa" coincide con il settore orientale della miniera, ad Est del piano di faglia, area stralciata e completamente recuperata. Era costituita da ignimbriti profondamente alterate ed argillificate.

La zona "gialla" comprende il settore centrale dell'area di coltivazione ed è caratterizzata da ignimbriti da moderatamente a mediamente alterate.

La zona "arancio", infine, occupa il settore più occidentale dell'area, alle quote maggiori ed è costituita da ignimbriti alterate ed argillificate.

La suddivisione in tali aree è strettamente legata alle esigenze di lavorazione del materiale estratto in previsione dell'impiego nelle industrie ceramiche.

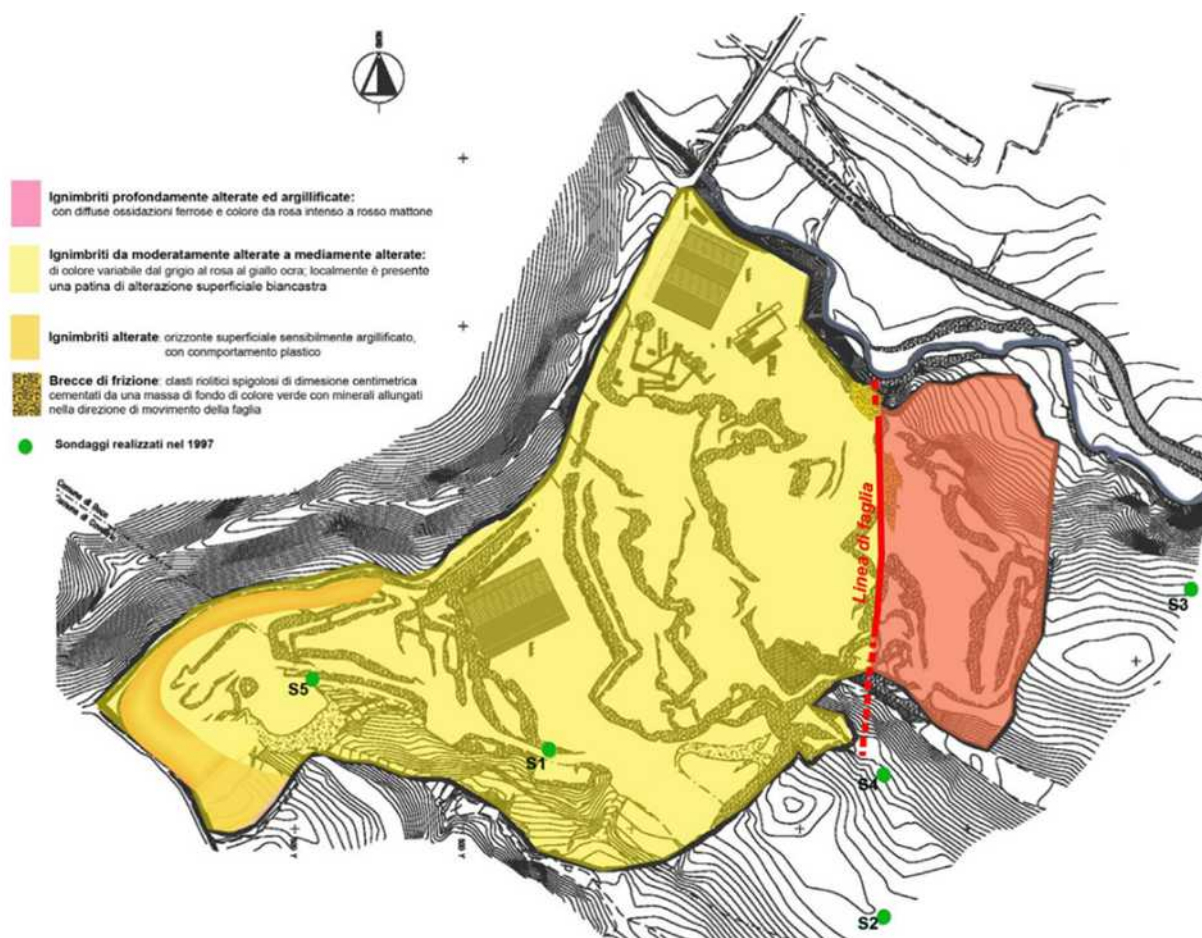


Figura 7 - Estratto della carta geologica di dettaglio della Miniera "San Grato" allegata alla documentazione autorizzata con Deliberazione dalla Giunta Regionale del Piemonte n° 22-2298 del 4 luglio 2011.

Gli interventi in progetto interesseranno unicamente la zona "gialla" e marginalmente la zona "arancio" (in cui i lavori si sono quasi completamente conclusi). In tali zone, le analisi chimiche compiute sul materiale estratto hanno evidenziato ottime caratteristiche per l'utilizzo negli impasti ceramici.

La coltivazione della miniera avverrà contemporaneamente su più fronti di scavo e a diverse quote nelle due zone, in quanto solo la miscelazione dei minerali estratti dalle differenti zone consente di superare le disomogeneità locali nella composizione chimica della vulcanite e di ottenere nel prodotto finito caratteristiche di qualità costanti.

### **3.3 Inquadramento geomorfologico e quadro del dissesto**

L'area di interesse è localizzata a Sud del Lago d'Orta, nella zona collinare che costituisce lo spartiacque tra la Bassa Valsesia e la Valle del T. Agogna, in prossimità dello sbocco delle suddette valli nella pianura novarese settentrionale. Il rilievo principale dell'area è rappresentato dal Monte Fenera, immediatamente a Nord dell'area oggetto di coltivazione.

L'assetto strutturale e la litologia del substrato hanno fortemente condizionato l'attuale morfologia del territorio. I rilievi collinari, in corrispondenza dei quali è collocata l'area di coltivazione, corrispondono ad una zona di affioramento del substrato cristallino, che verso Sud ed Est è sepolto al di sotto della coltre alluvionale della pianura. Le aree impostate sui litotipi quaternari risultano invece generalmente pianeggianti.

La morfologia attuale dell'area, caratterizzata da rilievi collinari e ampi fondovalle terrazzati, è da porre in relazione con le fasi di espansione e ritiro dei grandi ghiacciai quaternari, entro cui si sono alternati cicli deposizionali ed erosivi. Le forme più recenti del paesaggio sono da attribuirsi ai processi fluviali e torrentizi operati in epoca recente dai principali corsi d'acqua (F. Sesia, T. Agogna, T. Strona di Valduggia, T. Sizzone), che attraversano il territorio con direzione di deflusso approssimativamente N-S.

Scendendo nel particolare dell'area in esame, il sito estrattivo è ubicato su un versante collinare esposto a SE e delimitato a NE dall'alveo del Rio Baulè, affluente del T. Strona con una direzione di deflusso da NO verso SE.

Una profonda scarpata di erosione, originariamente alta all'incirca 30 m, separa il versante in coltivazione dall'alveo del Rio Baulè e dal fondovalle sul quale è localizzato l'abitato di Boca. A Nord e NO un'ulteriore scarpata di erosione, coincidente con la profonda incisione di un piccolo affluente del Rio Baulè, costituisce il limite nord-occidentale del sito estrattivo. Nel settore meridionale del versante si sviluppano le testate dei bacini di due piccoli rii, che presentano un asse vallivo sub-parallelo a quello del Rio Baulè e confluiscono nel T. Strona.

I rilievi collinari circostanti l'area di coltivazione sono impostati nelle vulcaniti permiane e sono contraddistinti da versanti mediamente acclivi. Tali rilievi risultano profondamente dissecati da numerosi corsi d'acqua, caratterizzati da alvei molto incisi,

pendenze elevate e andamento irregolare, testimonianza di un evidente controllo strutturale sull'idrografia.

Relativamente al versante interessato dalla coltivazione, l'originaria morfologia è stata sensibilmente modificata dall'attività estrattiva. Nel settore meridionale del versante le testate dei due piccoli impluvi sono state interessate dalla coltivazione, che ne ha obliterato le condizioni originarie.

Allo scopo di identificare il grado di pericolosità e la natura dei dissesti in atto e potenziali, in corrispondenza dell'area in esame, si è fatto riferimento a:

- *"Progetto I.F.F.I."* (ARPA Piemonte - Settore Studi e Ricerche Geologiche Sistema Informatico Prevenzione Rischi – SigeoOnLine).
- *"Delimitazione delle aree in dissesto"* dell'*"Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici"* in scala 1:25.000 del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) vigente.
- *"Carta geomorfologica e del dissesto"* allegata ai vigenti P.R.G.C. di Boca e Cavalirio.

Non sono segnalati, in nessuna delle cartografie consultate, dissesti in atto o potenziali.

### **3.4 Cenni di idrogeologia**

Il corso d'acqua principale presente nell'intorno del sito estrattivo è costituito dal Rio Baulè, affluente del T. Strona, che scorre lungo il limite nord-orientale del sito di coltivazione, con deflusso circa NO-SE.

A Nord e NO l'area di coltivazione è delimitata dall'incisione di un rio caratterizzato da un percorso molto breve e confluisce nel Rio Baulè immediatamente a monte dell'attraversamento di accesso alla miniera lungo via S. Grato.

Nel settore meridionale dell'area si sviluppano le testate dei bacini di due corsi d'acqua minori, che presentano un asse vallivo sub-parallelo a quello del Rio Baulè. Il corso d'acqua più orientale, del quale non si conosce la denominazione, confluisce nel Rio Baulè immediatamente a monte del suo sbocco nel T. Strona, mentre quello più occidentale, denominato Rio delle Cave, sbocca direttamente nel T. Strona circa 300 m più a valle della confluenza del Baulè.

L'assetto idrogeologico dell'area è strettamente collegato alla varietà di litotipi presenti e all'assetto strutturale del substrato. L'area è collocata in corrispondenza del passaggio dai rilievi collinari prealpini all'alta pianura novarese. È opportuno quindi distinguere i lineamenti idrogeologici e geoidrologici della pianura da quelli del settore collinare.

Il "Complesso dei Porfidi Quarziferi del Biellese", che costituisce il substrato del settore collinare nel quale si esplica l'attività di coltivazione, appartiene alla Serie dei Complessi Cristallini del Rilievo Alpino (De Luca et al., 2006) ed è caratterizzato da una permeabilità molto bassa per fratturazione. Il persistente ed esteso sistema di fratture della roccia non dà origine ad una consistente infiltrazione delle acque e ad una circolazione idrica sotterranea a causa del riempimento e della limitata apertura dei giunti. Nel settore collinare non è quindi presente un acquifero produttivo e lo smaltimento delle acque meteoriche avviene principalmente per deflusso superficiale.

A Sud ed Est dell'area di studio si estende la pianura novarese settentrionale, nella quale schematicamente è possibile distinguere una successione di depositi continentali di varia natura (glaciale, fluvioglaciale, fluviale, palustre, lacustre), che poggia su di un substrato costituito dai termini sommitali di una serie marina.

In particolare, nel settore di pianura limitrofo al sito estrattivo i complessi idrogeologici più superficiali individuabili sono il Complesso dei Depositi Alluvionali Olocenici ed il Complesso dei Depositi Fluviali-Fluvioglaciali del Mindel (Bove et al., 2005). Tali complessi idrogeologici, appartenenti alla Serie dei Depositi Continentali, ospitano falde idriche superficiali di tipo libero in equilibrio idraulico con il reticolato idrografico. Dal punto di vista geoidrologico, la circolazione idrica attraverso tali depositi avviene prevalentemente per porosità attraverso gli orizzonti più grossolani, facendo sì che l'infiltrazione diretta degli apporti meteorici e le perdite dei corsi d'acqua rappresentino la fonte primaria di alimentazione degli acquiferi sotterranei.

L'assetto idrogeologico di dettaglio dell'area in esame è caratterizzato dalla sostanziale assenza di un acquifero.

I terreni di copertura, infatti, sono presenti su limitate estensioni e con modesti spessori (inferiori ai 50 cm) ed il substrato cristallino, nonostante l'elevato grado di fratturazione, è caratterizzato da una permeabilità molto bassa. Il persistente ed esteso sistema di

fratture dell'ammasso roccioso non dà origine ad una consistente infiltrazione delle acque e ad una circolazione idrica sotterranea a causa dell'apertura millimetrica e del riempimento dei giunti e della limitata spaziatura delle discontinuità.

Lo smaltimento delle acque meteoriche avviene principalmente per deflusso superficiale.

Tali considerazioni sono supportate dalle osservazioni compiute durante i sopralluoghi successivi a periodi caratterizzati da abbondanti precipitazioni: in corrispondenza dei settori sub-pianeggianti e delle depressioni presenti nell'area di miniera si è, infatti, rilevata la formazione di aree di ristagno delle acque meteoriche.

La coltivazione della miniera sino alle profondità previste nello stato finale non interesserà quindi falde acquifere.

## 4 PROGETTO DI COLTIVAZIONE

### 4.1 Situazione attuale

Di seguito si elencano i lavori sino ad oggi realizzati.

La coltivazione, come visibile nella Tavola 1, si è concentrata nell'ampliamento del gradone a quota 407-405 m s.l.m., in direzione Est e Sud, come da progetto autorizzato.

Sugli ultimi gradoni sommitali, terminato il necessario ripristino morfologico, sono proseguite le operazioni di semina e piantumazione (Figura 8).



*Figura 8 - Panoramica del gradone a quota 405 m s.l.m., con evidenziati i lavori di ripristino morfologico e di ri-pristino vegetazionale.*

In accordo con il progetto autorizzato, negli ultimi 5 anni, sono stati coltivati circa 160.000 m<sup>3</sup> di minerale all'interno della Concessione Mineraria San Grato.

Al di fuori dell'area di scavo autorizzata, nella zona stralciata in fase di rinnovo (Tav. 3), proseguono i lavori di mantenimento della messa in pristino del Settore Est, consistenti nel taglio delle varietà arboree infestanti che possano ostacolare l'accrescimento delle specie piantate in precedenza (Figura 9).



*Figura 9 - Panoramica dell'area stralciata.*

Alle quote inferiori, grazie all'impiego dell'esplosivo, è stato ribassato il piazzale di base, portando allo sviluppo di un nuovo piano a quota 360 m s.l.m., che funge da bacino di decantazione delle acque regimate provenienti dalla miniera, che mediante tubazione interrata si immettono verso il Rio Baulè.

#### **4.2 Modalità di coltivazione**

La coltivazione prosegue con due metodiche distinte:

- la prima con il metodo per fette orizzontali discendenti su più livelli, partendo dall'alto e operando per ribassi successivi di singole fette di giacimento;
- la seconda ampliando gli attuali piazzali "bassi" come da progetto autorizzato.

La coltivazione su più livelli e su più fronti di attacco permette di mediare le disomogeneità del giacimento, andando a miscelare il minerale proveniente dai diversi fronti.

Alla coltivazione mediante mezzi meccanici viene accostato l'impiego di esplosivo per operazioni di preminaggio al fine di disgregare le porzioni di roccia più massicce presenti nel giacimento.

L'attuale metodologia di scavo prevede dunque di utilizzare un unico escavatore cingolato attrezzato con benna da scavo e da roccia a cui è affidato l'avanzamento nelle porzioni meno compatte del giacimento e nelle zone più massive preventivamente attaccate con esplosivo.

Il materiale estratto viene caricato direttamente su camion che, tramite idonee piste di transito, possono raggiungere ed alimentare l'impianto di frantumazione, oppure stoccare il materiale stesso sul piazzale prossimo alla tramoggia d'alimentazione dell'impianto di frantumazione.

#### **4.3 Geometria dei fronti**

La configurazione autorizzata per i fronti in fase di coltivazione è funzione sia della scelta del metodo a "fette" orizzontali discendenti, che nelle condizioni a regime comporta di concentrare su ogni singola "fetta" le operazioni di scavo, sia della litologia su cui sono impostati i gradoni stessi.

Pertanto, i fronti autorizzati, in relazione alla litologia su cui sono impostati, presentano le seguenti caratteristiche:

- Gradoni in roccia
  - pedate profonde 5 – 8.5 m;
  - alzate di 8 m;
  - inclinazione fronte 58° - 70°;
  - Inclinazione superficie di inviluppo fronte 39°;
- Riporto
  - Inclinazione max 45°.

La stabilità a lungo termine delle superfici è stata verificata mediante un'analisi specifica basata sullo studio di dettaglio della litologia e dell'assetto geostrutturale.

La coltivazione si è evoluta seguendo le prescrizioni da progetto, tuttavia si sono riscontrate notevoli difficoltà tecniche nel configurare, garantendone la stabilità, i fronti interessati dal riporto.

Pertanto, in relazione all'esperienza acquisita e in accordo con il parere della Commissione Tecnica Regionale a seguito del sopralluogo di Controllo effettuato in data 14/11/2019, si è deciso di ridurre l'inclinazione dei fronti di riporto da 45° a 36°, come di seguito riportato:

- ***Riporto (nuova geometria)***
  - ***Inclinazione max 36°.***

#### **4.4 Evoluzione della coltivazione per i prossimi cinque anni**

Per i prossimi cinque anni, come da progetto autorizzato, si effettuerà:

- la prosecuzione della coltivazione dell'intera superficie mediante ribassi successivi;
- l'ultimazione della coltivazione in tutta l'area come da configurazione prevista nella tavola 4;
- il recupero ambientale contestuale di tutte le superfici a configurazione definitiva.

#### **4.5 Regimazione delle acque meteoriche**

Lo smaltimento delle acque meteoriche all'interno dell'area oggetto di rinnovo avviene, come da progetto autorizzato, principalmente per deflusso superficiale.

Il substrato del settore collinare nel quale si esplica l'attività di coltivazione, appartiene, infatti, alla Serie dei Complessi Cristallini del Rilievo Alpino ed è caratterizzato da una permeabilità molto bassa per fratturazione.

Le acque meteoriche che, allo stato attuale e per il prosieguo della coltivazione, cadono all'interno dell'area tendono quindi a ruscellare in direzione SE seguendo la pendenza delle varie superfici di scavo; puntualmente, qualora necessario per migliorare le operazioni di coltivazione del giacimento, vengono create delle cunette con l'escavatore direttamente nella roccia in posto che costituiscono delle vie preferenziali di raccolta che vengono poi via via obliterate con l'avanzamento stesso degli scavi.

Complessivamente le acque, raggiunto il limite sud-orientale del sito, sono raccolte in un sistema di due vasche di decantazione scavate nella roccia in posto e costituite da due piccoli bacini separati da un setto verso valle dotato di soglia di sfioro che consente la tracimazione periodica delle acque chiarificate dalla prima alla seconda vasca; da questa le acque vengono successivamente immesse nel rio collettore.

Tale sistema di regimazione delle acque in corso d'opera, sino ad ora utilizzato, non ha evidenziato elementi di criticità interni all'area di miniera ed elementi di disturbo rispetto al reticolo idrografico naturale esistente.

## **5 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICO-STRUTTURALE**

### **5.1 Premessa**

Il progetto autorizzato conteneva un ampio studio delle condizioni di stabilità dei gradoni, eseguito considerando la configurazione sia finale, sia in corso d'opera.

Tale studio è stato preceduto dalla definizione dei parametri geomeccanici dell'ignimbrite riolitica nel settore d'interesse progettuale, in considerazione delle litofacies e dell'assetto geostrutturale dell'ammasso roccioso.

In relazione al progredire della coltivazione della miniera in oggetto si è ritenuto necessario aggiornare lo studio geomeccanico-strutturale dell'ammasso roccioso.

Nei capitoli successivi si evidenzia la sintesi di tale studio.

### **5.2 Rilievo geologico strutturale**

Le "Raccomandazioni ISRM (1978)" sulle metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità delle masse rocciose individuano come modalità "oggettiva" della campionatura, il rilevamento lungo uno stendimento lineare di lunghezza opportuna delle caratteristiche salienti di tutte le discontinuità individuate. Questo modo di procedere, basato sulla descrizione sistematica di ogni singola discontinuità e dei dati ad essa pertinenti, comporta lo svantaggio operativo di richiedere tempi rilevanti e, oltre a ciò, si basa sull'implicita assunzione che l'area di applicazione delle osservazioni sia di fatto una limitata fascia nell'intorno dello stendimento lineare. Risulta quindi evidente che per ottenere un'adeguata rappresentazione dell'ammasso roccioso sia indispensabile disporre di un elevato numero di "stendimenti" accessibili e diversamente orientati.

In relazione alla orientazione dei fronti si è deciso di adottare per queste verifiche una metodologia basata, invece, sulla preventiva analisi del quadro strutturale complessivo, finalizzata all'individuazione delle grandi unità geometriche, per poi procedere alla caratterizzazione dello stato di fratturazione, dei principali sistemi di discontinuità ed al riconoscimento e descrizione delle eventuali singolarità strutturali. In tal modo, viene ricavata a priori una suddivisione dell'ammasso roccioso in famiglie di sistemi di fratturazione basato su di un approccio che richiede un processo preliminare di tipo interpretativo; durante tale processo, viene effettuato il riconoscimento delle superfici misurate e, laddove sia possibile, il loro raggruppamento in un numero limitato di

famiglie. Il criterio di raggruppamento delle discontinuità in famiglie è di tipo essenzialmente geometrico.

I parametri utilizzati per la caratterizzazione dell'ammasso roccioso nella sua totalità sono stati:

- litologia del litotipo costituente l'ammasso roccioso;
- orientazione;
- estensione del fronte;

I parametri utilizzati per caratterizzare compiutamente i singoli sistemi di discontinuità sono stati:

- tipologia della discontinuità (stratificazione **St**, giunto **Jn**, faglia **F**, ecc.);
- immersione ed inclinazione delle discontinuità;
- persistenza, ovvero la lunghezza della traccia della discontinuità osservata in un affioramento misurata lungo la direzione, l'immersione o lungo una traccia generica della discontinuità, espressa in m;
- spaziatura delle discontinuità, ovvero la distanza tra discontinuità adiacenti misurata in direzione ortogonale alle discontinuità stesse, espressa in m; tale parametro controlla le dimensioni dei singoli blocchi di roccia integra: se la spaziatura è molto piccola, si avranno condizioni di bassa coesione dell'ammasso roccioso;
- apertura, ovvero la distanza tra i lembi affacciati di una discontinuità, espressa in mm;
- tipo di riempimento;
- JRC (Joint Roughness Coefficient), indice di scabrosità dei giunti;
- resistenza delle superfici di discontinuità (prove eseguite con il martello di Schmidt modello RL);
- condizioni idriche.

Le schede riportate nell'Appendice D contengono tutte le informazioni relative ai parametri sopraelencati. L'ubicazione degli stendimenti è riportata nella Figura 10

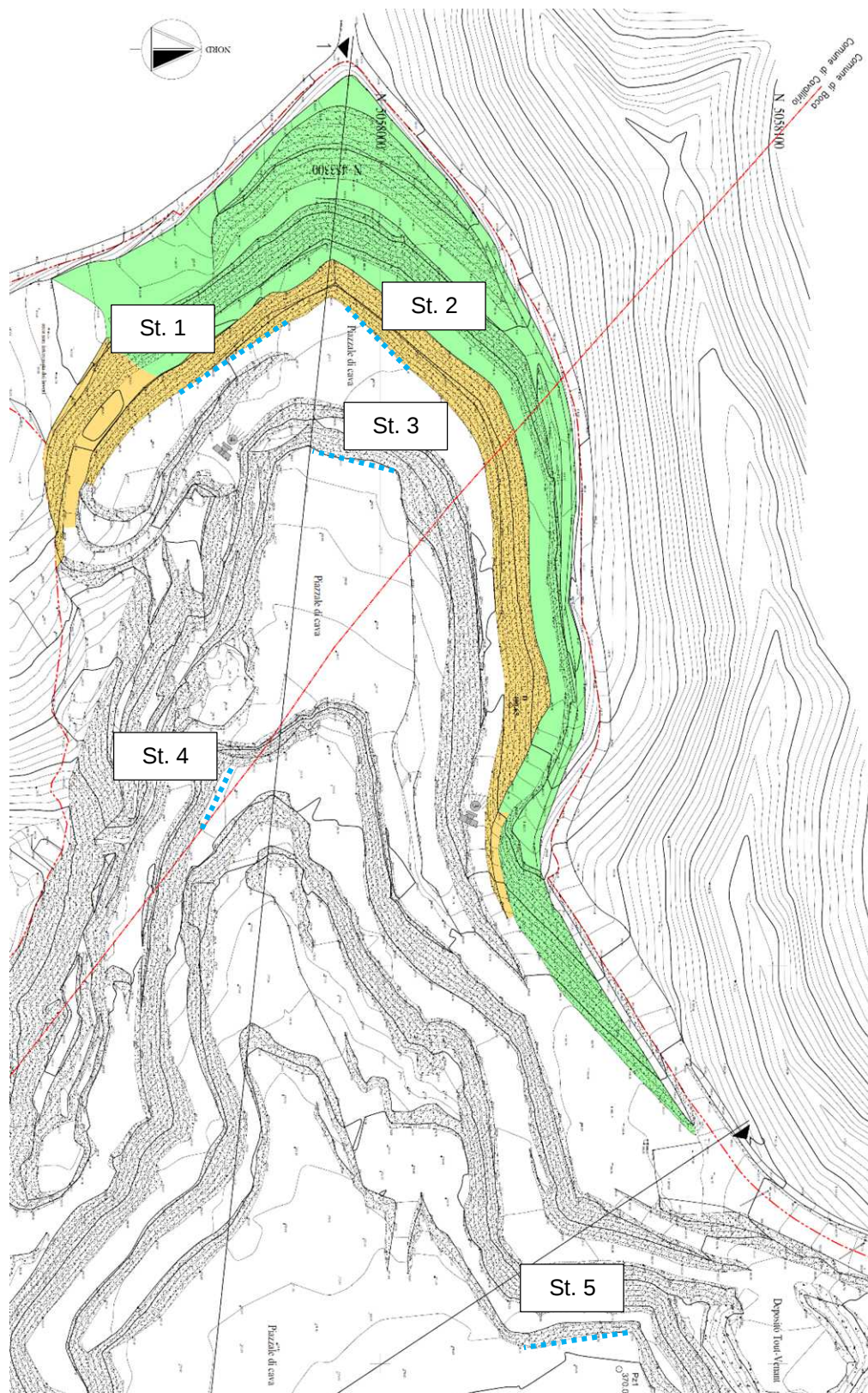


Figura 10 - Estratto della Tavola 3 con ubicati gli stendimenti strutturali eseguiti.

Di seguito si riportano per le aree analizzate la descrizione delle famiglie di discontinuità misurate.

### 5.2.1 Famiglie di discontinuità rilevate

La raccolta dei dati è stata eseguita lungo i fronti di cava costituiti da Rioliti, orientati con immersione differente. L'ammasso roccioso discontinuo è interessato dall'intersezione di numerose superfici di discontinuità, le quali danno luogo ad una intensa fratturazione a blocchi, generalmente di piccole dimensioni ( $< \text{dm}^3$ ).

Sono state riconosciute le seguenti famiglie:

#### **Famiglia di discontinuità K1 (330/74)**

Sistema di discontinuità diretto prevalentemente NE – SW, con inclinazioni comprese tra  $65^\circ$  e  $80^\circ$ , verso NNW.

Presenta superfici generalmente lisce o molto lisce e non alterate, con deboli aperture (max 1 mm e con un valore medio compreso tra  $0.1 \div 1$  mm) ed assenza di riempimento. Non si evidenziano venute d'acqua.

Il sistema K1 è caratterizzato da una persistenza media (classe 3 – 10 metri), e una spaziatura compresa tra  $1 \div 35$  cm con un valore medio di 6 cm.

Tale sistema in funzione della sua continuità spaziale risulta come il più persistente.

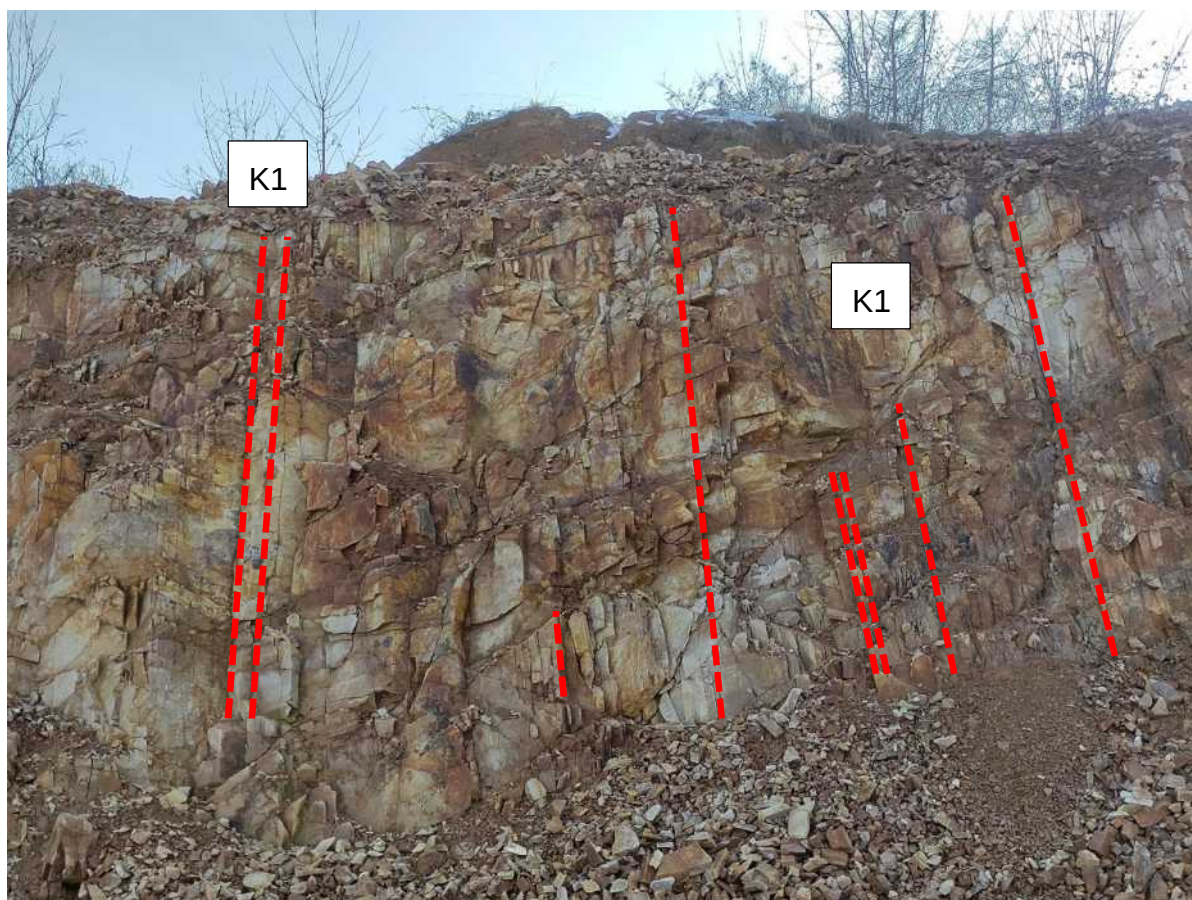


Figura 11 - Rappresentazione del sistema principale K1.

### Famiglia di discontinuità K2 (044/74)

Sistema di discontinuità diretto prevalentemente NW – SE, con inclinazioni comprese tra 65° e 80°, verso NE.

Presenta superfici generalmente lisce o molto lisce e non alterate, con deboli aperture ( $< 5$  mm e con un valore medio compreso tra  $0.1 \div 1$  mm) ed assenza di riempimento. Non si evidenziano venute d'acqua.

Il sistema K2 è caratterizzato da una persistenza media (classe 3 – 10 metri), e una spaziatura compresa tra  $10 \div 200$  cm con un valore medio di 30 cm.



Figura 12 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K2.

**Famiglia di discontinuità K2<sub>b</sub> (070/84)**

Al sistema K2 viene associato un ulteriore sistema K2<sub>b</sub>, non presente su tutti i fronti, il quale si differenzia dal K2 per un'immersione media ruotata di circa 25° ad est.

La direzione è all'incirca NW – SE, con inclinazioni comprese tra 85° e 88°, verso NE. Presenta superfici generalmente lisce e non alterate, con deboli aperture (< 5 mm e con un valore medio compreso tra <0.1 mm) ed assenza di riempimento.

Non si evidenziano venute d'acqua.

Tale sistema è caratterizzato da una persistenza media (classe 3 – 10 metri), e una spaziatura compresa tra 1 ÷ 30 cm con un valore medio di 6 cm.

**Famiglia di discontinuità K3 (320/21)**

Sistema di discontinuità diretto prevalentemente NE – SW, con inclinazioni comprese tra 10° e 35°, verso NW.

Presenta superfici generalmente poco scabre e non alterate, con deboli aperture (1 mm e con un valore medio compreso tra < 0.1 ÷ 1 mm) ed assenza di riempimento.

Non si evidenziano venute d'acqua.

Tale sistema è caratterizzato da una persistenza bassa o media (classe 1 – 3 / 3 – 10 metri), e una spaziatura compresa tra 30 ÷ 150 cm con un valore medio di 40 cm.



Figura 13 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K3.

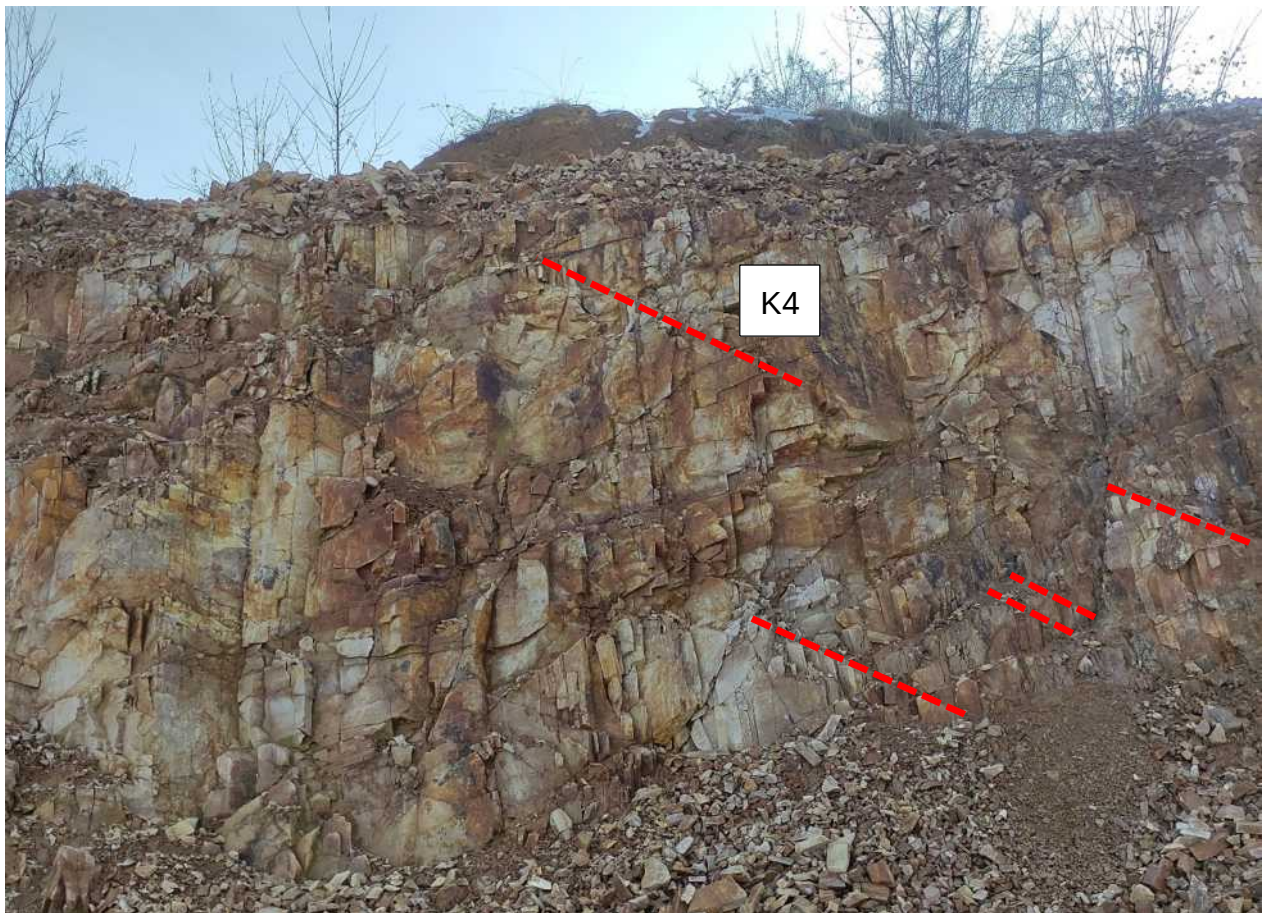
**Famiglia di discontinuità K4 (165/82)**

Sistema di discontinuità diretto prevalentemente ENE – WSW, con inclinazioni comprese tra 80° e 85°, verso SSE.

Presenta superfici generalmente poco scabre e non alterate, con deboli aperture (< 1 mm e con un valore medio compreso tra < 0.1 mm) ed assenza di riempimento.

Non si evidenziano venute d'acqua.

Tale sistema è caratterizzato da una persistenza molto bassa (classe < 1 metro), e una spaziatura compresa tra 20 ÷ 80 cm con un valore medio di 60 cm.



*Figura 14 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K4.*

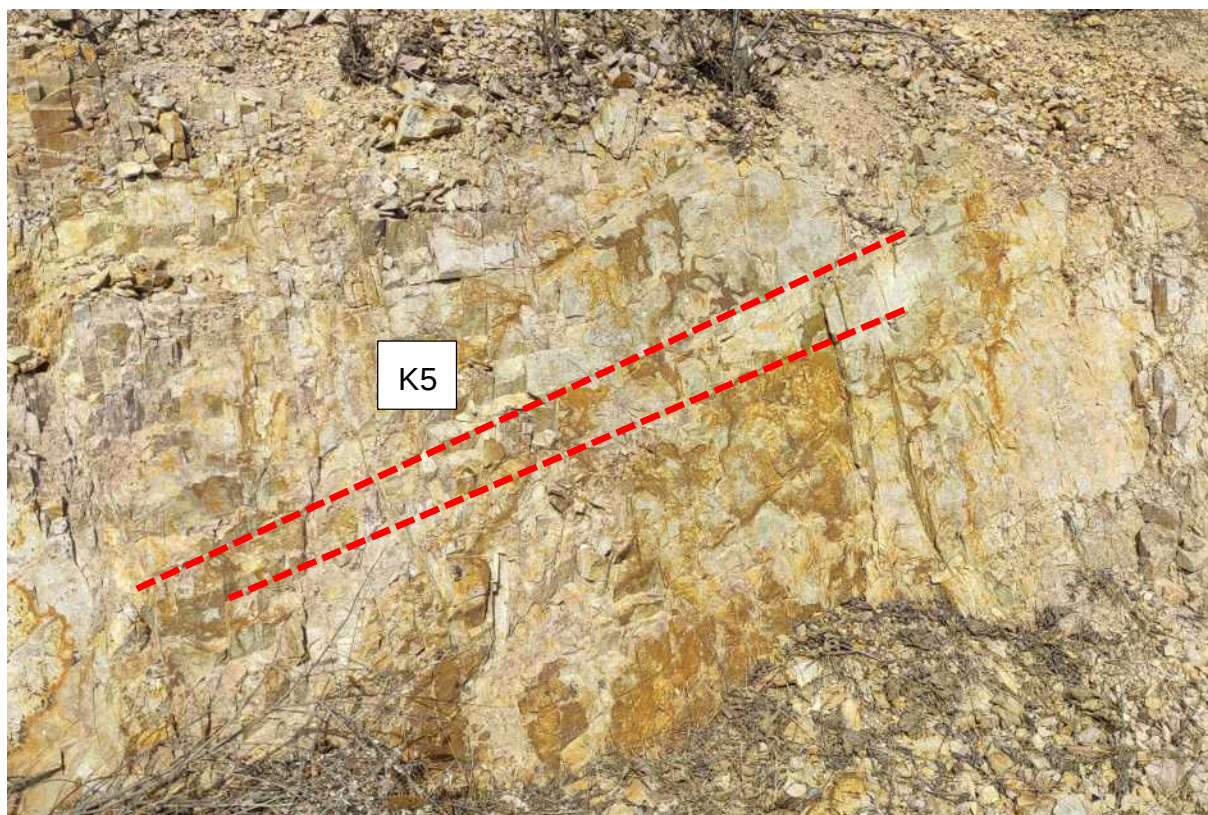
**Famiglia di discontinuità K5 (170/50)**

Sistema di discontinuità diretto prevalentemente E – W, con inclinazioni comprese tra 40° e 60°, verso NNW.

Presenta superfici generalmente lisce e non alterate, con modeste aperture (>5 mm e con un valore medio compreso tra 1 ÷ 5 mm) riempite localmente da argilla.

Non si evidenziano venute d'acqua.

Tale sistema è caratterizzato da una persistenza alta (classe 10 – 20 metri), e una spaziatura compresa tra 5 ÷ 200 cm con un valore medio di 50 cm.



*Figura 15 - Rappresentazione del sistema di discontinuità K5.*

### **Famiglia di discontinuità K6 (095/69)**

Sistema di discontinuità diretto prevalentemente N – S, con inclinazioni comprese tra 65° e 85°, verso E.

Presenta superfici generalmente lisce e non alterate, con deboli aperture (<1 mm e con un valore medio compreso tra 0.1 ÷ 1 mm) ed assenza di riempimento.

Non si evidenziano venute d'acqua.

Tale sistema è caratterizzato da una persistenza media (classe 3 – 10 metri), e una spaziatura compresa tra 1 ÷ 20 cm con un valore medio di 10 cm.

### Famiglia di discontinuità K7 (132/71)

Sistema di discontinuità diretto prevalentemente NE – SW, con inclinazioni comprese tra 70° e 80°, verso ESE.

Presenta superfici generalmente lisce o molto lisce e non alterate, con modeste aperture (> 5 mm e con un valore medio compreso tra 0.1 ÷ 1 mm) ed assenza di riempimento.

Non si evidenziano venute d'acqua.

Tale sistema è caratterizzato da una persistenza media (classe 3 – 10 metri), e una spaziatura compresa tra 5 ÷ 100 cm con un valore medio di 45 cm.

#### 5.2.2 Sintesi dei risultati

L'assetto strutturale dei fronti di cava è definito da numerosi sistemi di discontinuità.

Si è individuato un sistema di discontinuità principale K1, oltre ad altri sei sistemi di discontinuità secondari (K2 – K3 – K4 – K5 – K6 – K7). È stato inoltre individuato un sistema coniugato K2<sub>b</sub>.

Di seguito si riporta uno schema riassuntivo delle caratteristiche mediate e pesate delle varie famiglie rilevate:

| Famiglie        | Orientazione | Persistenza<br>(Continuità) | Apertura   | Rugosità<br>(Scabrezza) | Alterazione<br>delle pareti | Riempimento | Spaziatura  |
|-----------------|--------------|-----------------------------|------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| K1              | 330/74       | da 3 a 10 m                 | 0,1 ÷ 1 mm | Levigata                | Non alterate                | Assente     | 2 ÷ 10 cm   |
| K2              | 044/74       | da 3 a 10 m                 | 0,1 ÷ 1 mm | Lisce                   | Non alterate                | Assente     | 3 ÷ 50 cm   |
| K2 <sub>b</sub> | 070/85       | da 3 a 10 m                 | 0,1 ÷ 1 mm | Lisce                   | Non alterate                | Assente     | 3 ÷ 30 cm   |
| K3              | 320/21       | da 3 a 10 m                 | 0,1 ÷ 1 mm | Poco<br>Scabra          | Non alterate                | Assente     | 5 ÷ 40 cm   |
| K4              | 165/82       | < 1 m                       | 0,1 ÷ 1 mm | Poco<br>Scabra          | Non alterate                | Assente     | 2 ÷ 8 cm    |
| K5              | 170/50       | da 10 a 20 m                | 1 ÷ 5 mm   | Lisce                   | Non alterate                | Assente     | 10 ÷ 150 cm |
| K6              | 095/69       | < 1 m                       | < 0.1 m    | Lisce                   | Non alterate                | Assente     | 1 ÷ 10 cm   |
| K7              | 132/71       | da 3 a 10 m                 | 1 ÷ 5 mm   | Levigata                | Non alterate                | Assente     | 5 ÷ 100 cm  |

Tabella 1

## 6 VERIFICA DI STABILITA'

L'analisi di stabilità è stata condotta, sia mediante una valutazione dei potenziali meccanismi di rottura interessanti i singoli gradoni, sia alla scala dell'intero fronte di scavo, mediante l'applicazione di metodi dell'equilibrio limite con l'ipotesi di scivolamenti rotazionali.

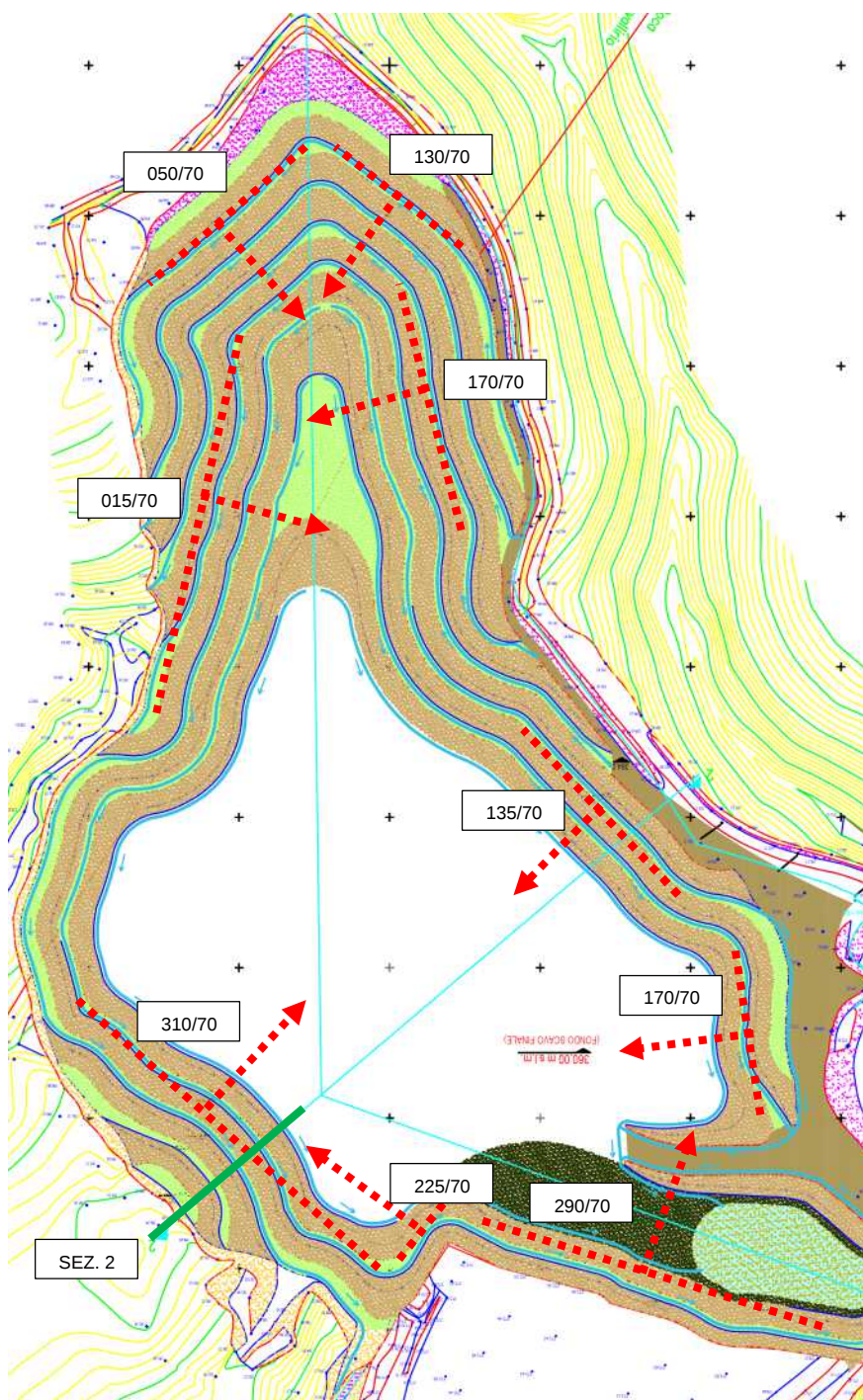


Figura 16 – Estratto della Tavola 4 con ubicati i fronti analizzati, con relativa orientazione (in rosso) e la traccia della sezione 2 verificata (in verde).

## 6.1 Gradoni

### 6.1.1 Test di Markland (Matheson)

A partire dalle metodologie proposte da Hoek e Bray (1981) e modificate da Goodman (1981), Matheson (1983) ha proposto un metodo di valutazione, successivamente ripreso da Hudson e Harrison (1994) che consente di riconoscere rapidamente mediante la proiezione stereografica le possibili direzioni di movimento e le condizioni per cui esso si può verificare.

Tale metodo non deve essere inteso come una verifica della stabilità degli ammassi rocciosi, ma semplicemente come un approccio iniziale che stima la possibilità che si verifichi un fenomeno di rottura, definendo il cinematismo di distacco del blocco dalla parete rocciosa, ossia individuare eventuali condizioni di svincolo di macro cunei rocciosi interferenti con la struttura.

Semplificando si può avere:

- Scivolamento planare (Figura 17)

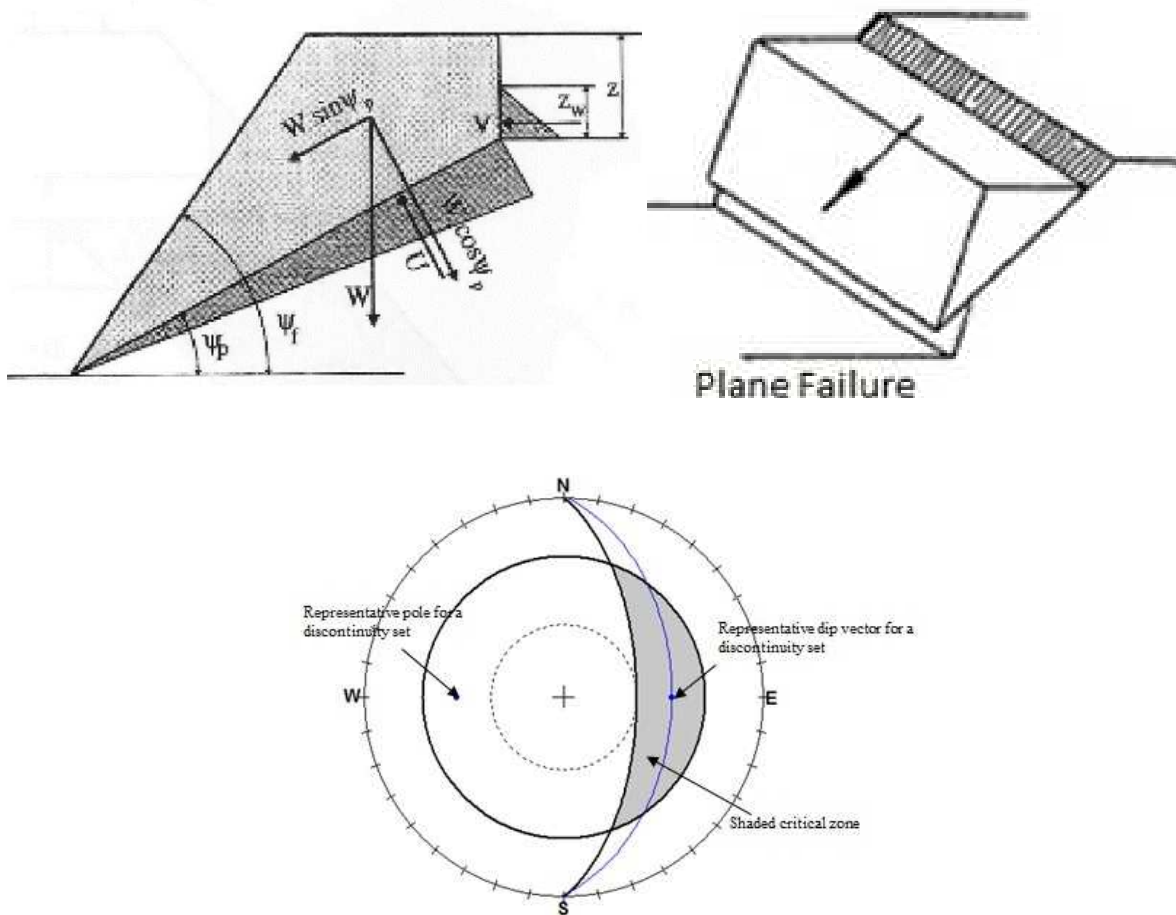


Figura 17 – Scivolamento planare

- Si deve avere parallelismo tra direzione di movimento e pendio entro  $\pm 20^\circ$ .
- L'inclinazione del piano deve essere minore dell'inclinazione del pendio.
- L'inclinazione del piano deve essere superiore all'angolo d'attrito del piano.

- Scivolamento a cuneo (Figura 18)

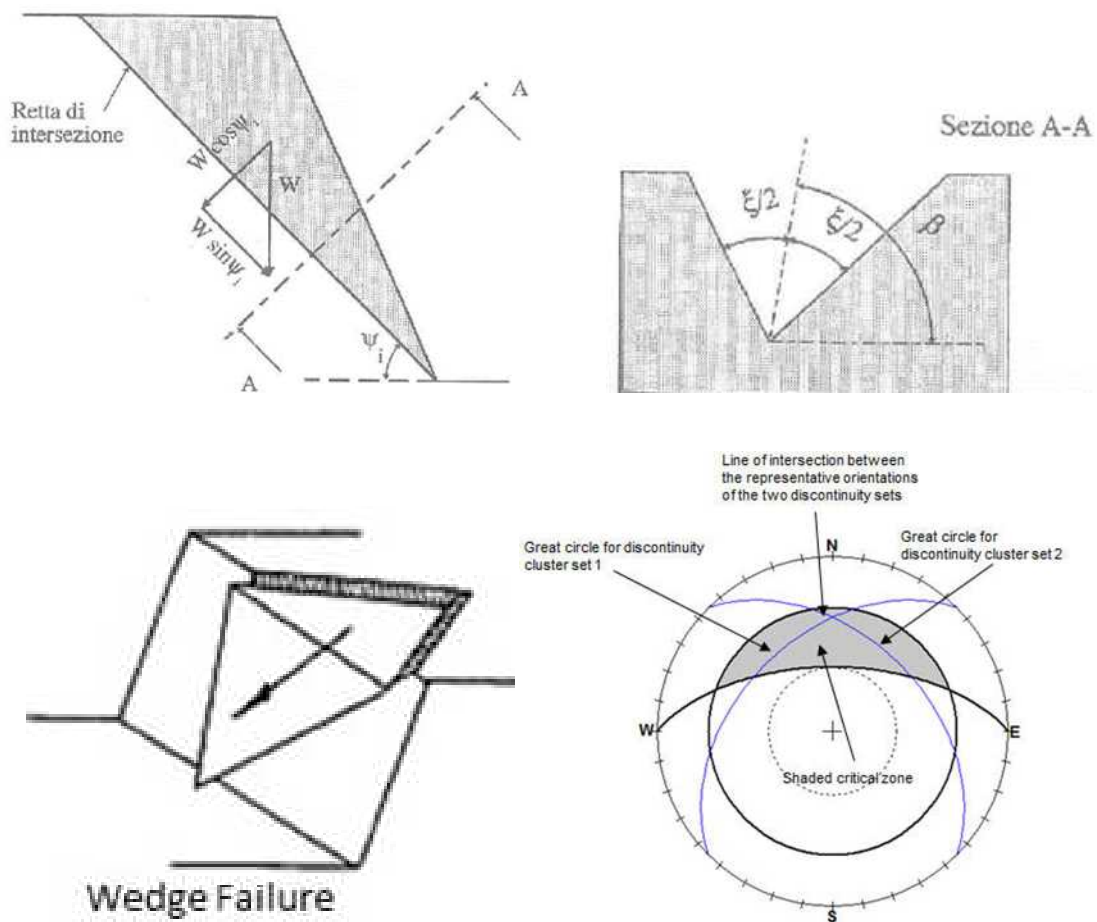


Figura 18 – Scivolamento a cuneo

- L'inclinazione della retta di intersezione dei piani deve essere superiore all'angolo d'attrito.
- La retta di intersezione deve affiorare sul versante.

- Ribaltamento di blocchi (Figura 19)

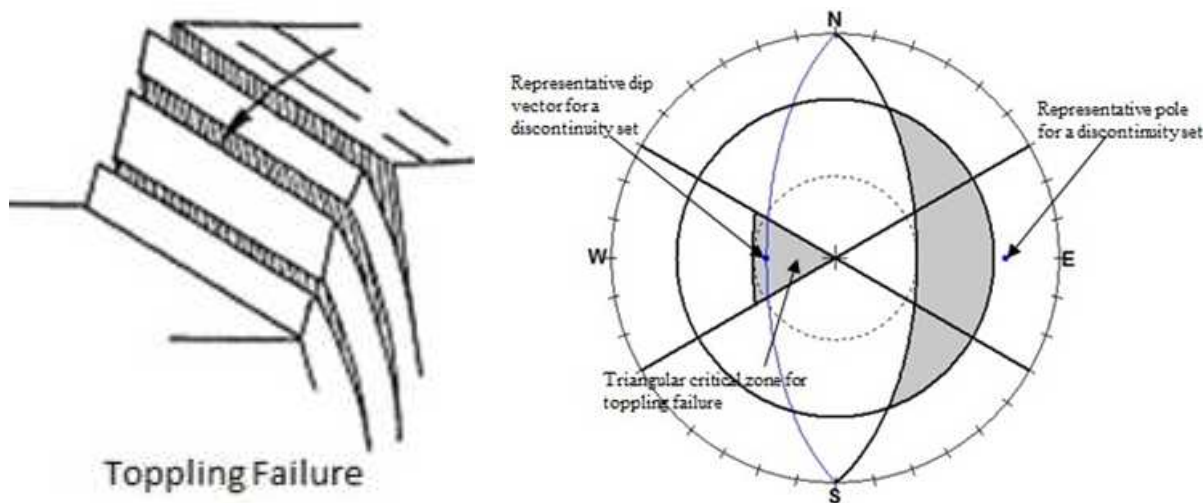


Figura 19 – Ribaltamento

- Si deve avere la presenza di due sistemi di discontinuità che immergono all'interno del versante e che formano i lati dei blocchi instabili.
- Si deve avere la presenza di un sistema di discontinuità che immerge verso l'esterno del versante e che costituisce la base dei blocchi instabili.

Tale metodologia, permette appunto di identificare le “discontinuità critiche”, cioè le discontinuità che rappresentano potenziali piani di scivolamento, separandole da quelle che non influiscono direttamente sulla stabilità del pendio.

Il procedimento fornisce un'indicazione qualitativa della stabilità del cuneo in funzione del suo orientamento nello spazio e della stima della resistenza al taglio mobilitabile lungo i piani di possibile scorrimento. Quest'ultima grandezza viene quantificata attraverso il parametro angolo di attrito medio delle discontinuità meccaniche.

Nel caso in esame è stata effettuata una verifica per tutti i fronti di cava con diversa immersione, allo stato finale (Figura 16).

Le caratteristiche geometriche dei fronti di cava sono di seguito schematizzate:

| Fronte | Immersione (°) | Inclinazione (°) | Altezza (m) | Litologia |
|--------|----------------|------------------|-------------|-----------|
| 1      | 170            | 70               | 8           | Riolite   |
| 2      | 355            | 70               | 8           | Riolite   |
| 3      | 315            | 70               | 8           | Riolite   |
| 4      | 290            | 70               | 8           | Riolite   |
| 5      | 135            | 70               | 8           | Riolite   |
| 6      | 15             | 70               | 8           | Riolite   |
| 7      | 50             | 70               | 8           | Riolite   |
| 8      | 225            | 70               | 8           | Riolite   |

Tabella 2

Per rappresentare la giacitura media dei sistemi di discontinuità sono stati utilizzati i valori centrali della distribuzione delle misure che definiscono i massimi evidenziati nel capitolo 5.2.

Di seguito si riportano le proiezioni stereografiche (proiezioni equiareali – emisfero inferiore) relative ai fronti, con evidenziati:

- i “grandi cerchi” rappresentanti l’orientazione delle discontinuità/famiglie rilevate;
- il “grande cerchio” rappresentante la direzione del pendio;
- il cerchio di attrito di base.
- l’area dei possibili cinematismi viene evidenziata dall’area colorata.
- in arancione il “grande cerchio” rappresentante l’orientazione del fronte.

6.1.1.1 Fronte 170/70

Nell'esaminare il fronte 1, si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 170/70° ed alto circa 8 m.

6.1.1.1. Scivolamento planare

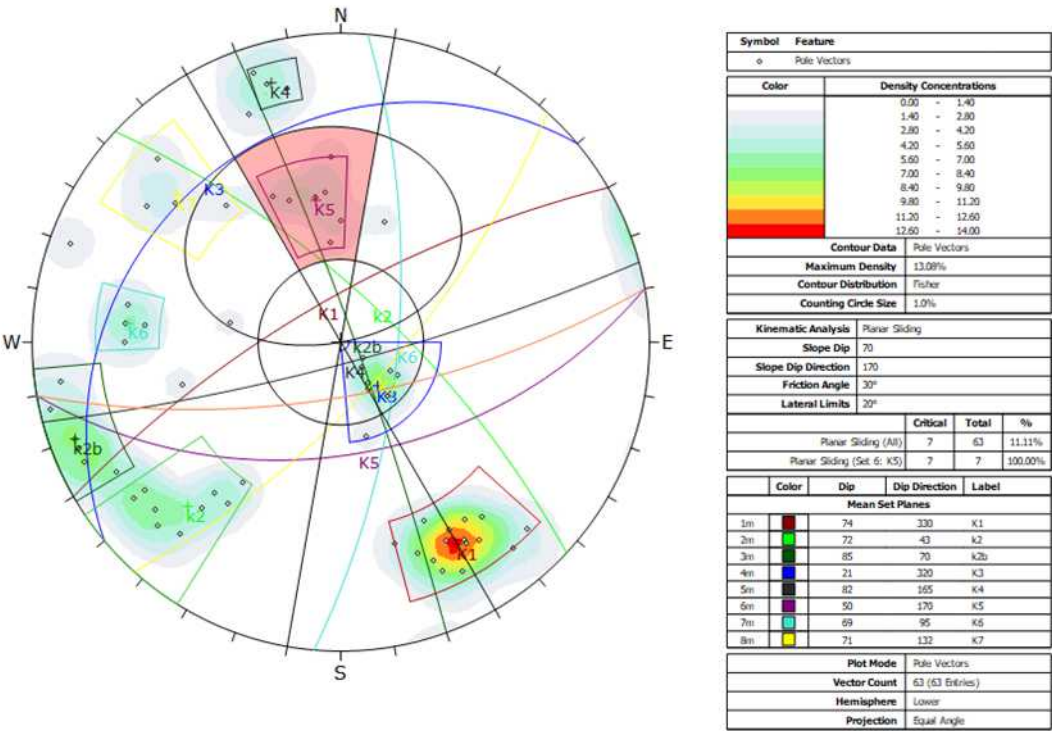


Figura 20 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Sono probabili cinematismi planari sui piani K5.

### 6.1.1.1. Scivolamento a cuneo

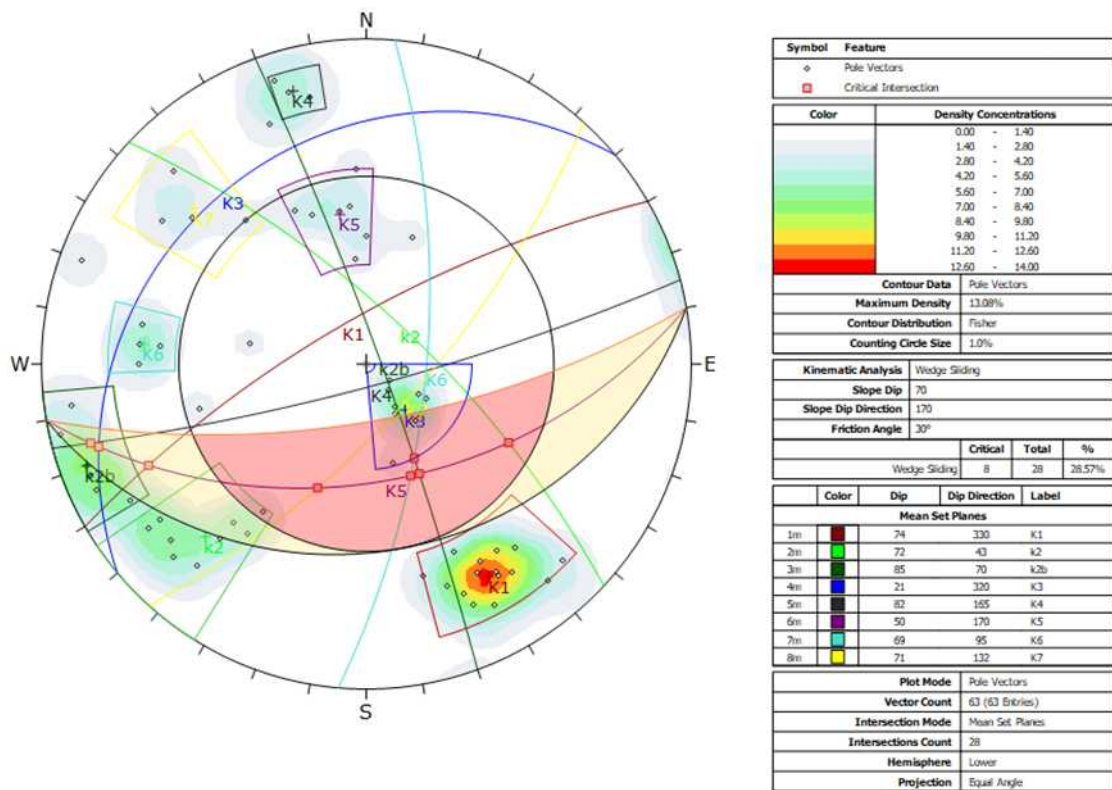


Figura 21 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K5/K2 - K5/K5 - K5/K6 - K5/K7.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K5/K1 - K5/K3 - K5/K4.

6.1.1.1. Ribaltamento

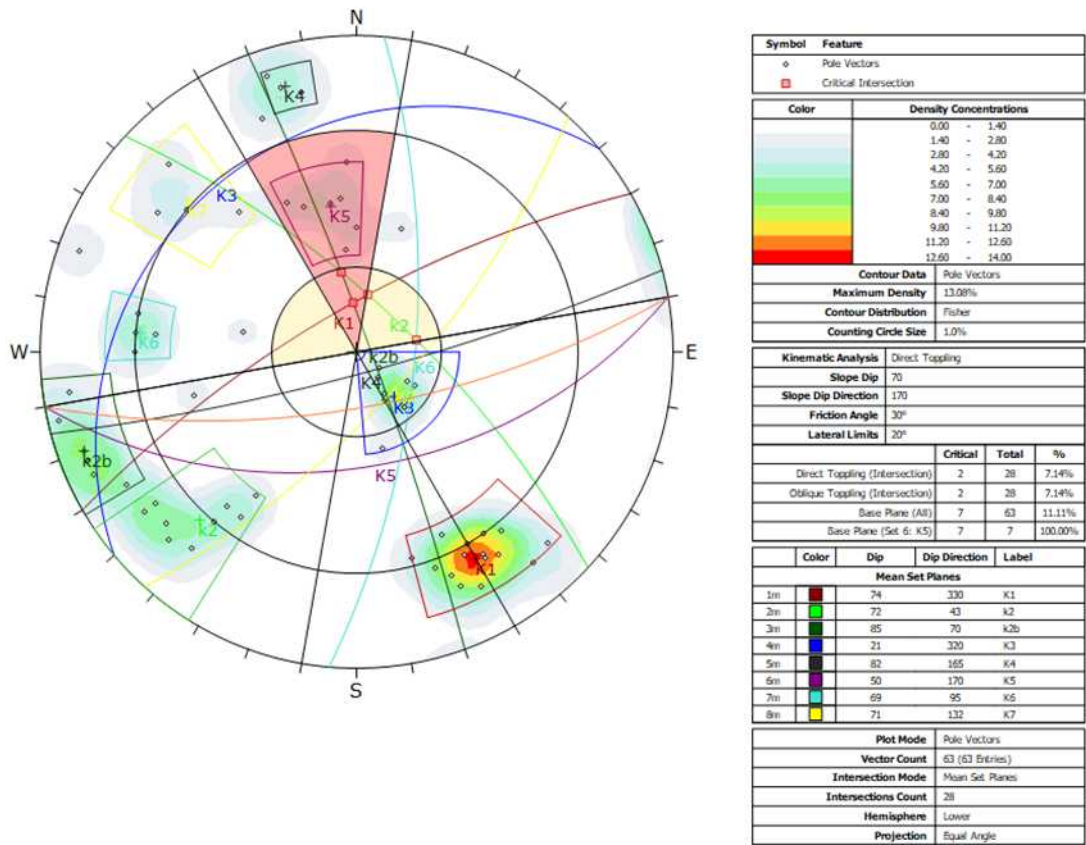


Figura 22 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento sui piani K5, e cinematismi per ribaltamento sull'intersezione dei piani K1/K2 – K1/K2b.

6.1.1.2 Fronte 355/70

Nell'esaminare il fronte 2, si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 355/70° ed alto circa 8 m.

6.1.1.2. Scivolamento planare

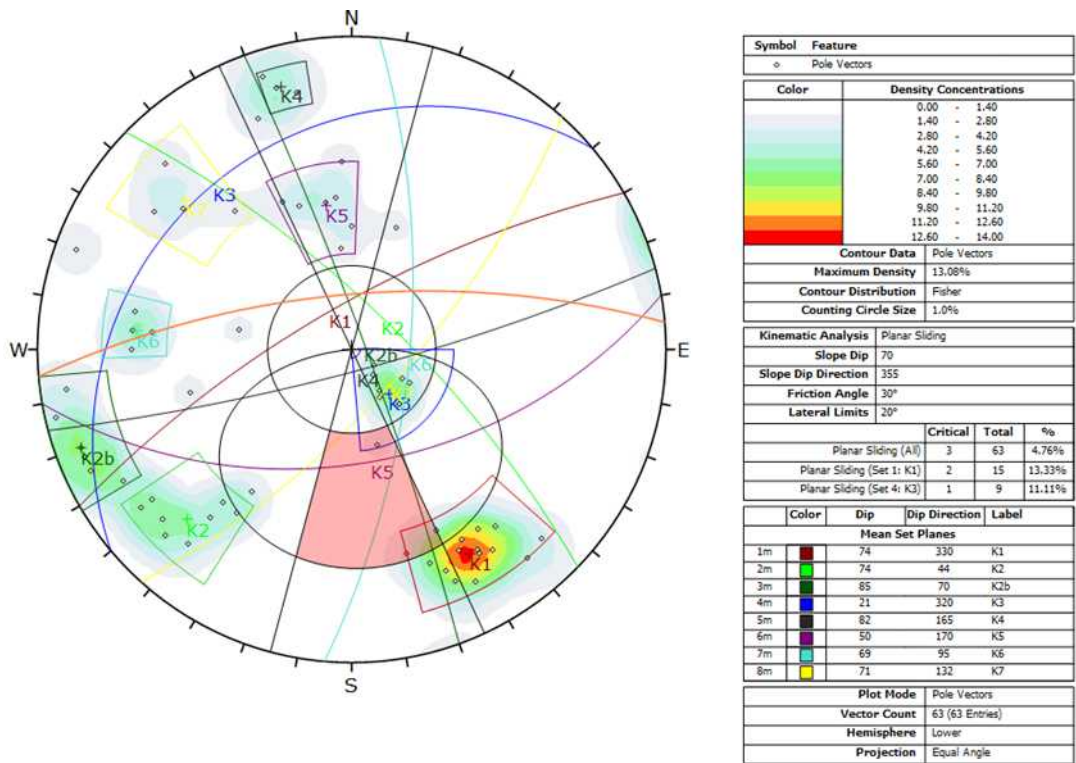


Figura 23 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati. Test di Matheson  
- Cinematismo planare.

Non sono possibili cinematismi planari.

6.1.1.2. Scivolamento a cuneo

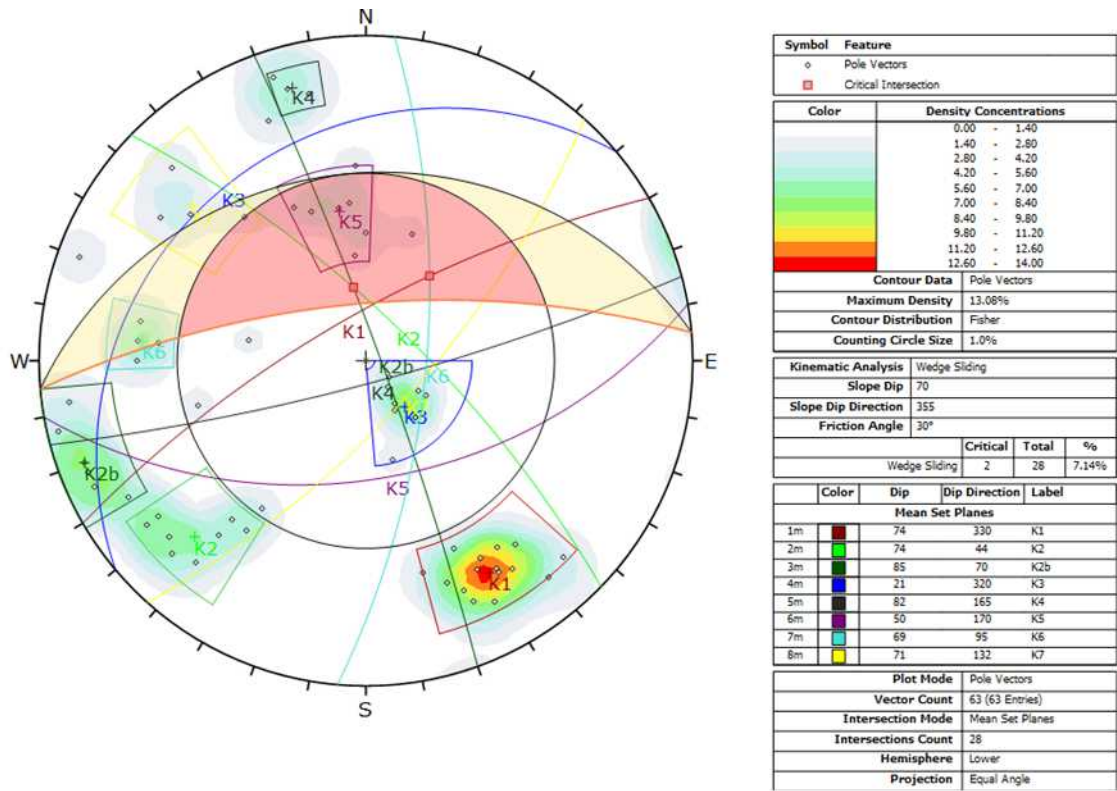


Figura 24 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.  
Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K1/K6 - K1/K7 - K2/K3 - K2b/K3.

### 6.1.1.2. Ribaltamento

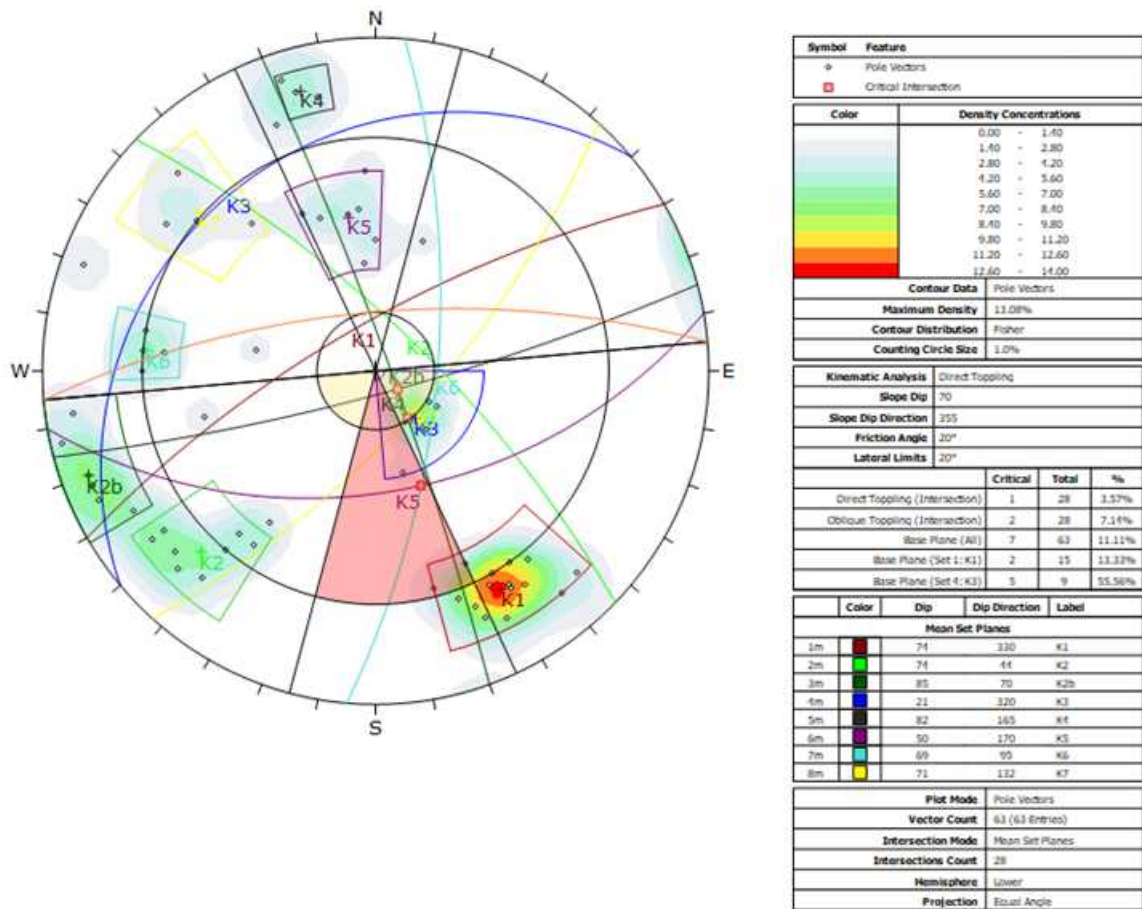


Figura 25 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Non sono probabili cinematismi attraverso le superfici di discontinuità, sono invece probabili cinematismi per ribaltamento sull'intersezione dei piani K5/K6.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento obliquo sui piani K3, e cinematismi per ribaltamento obliquo sull'intersezione dei piani K2<sub>b</sub>/K4 - K2<sub>b</sub>/K7.

### 6.1.1.3 Fronte 315/70

Nell'esaminare il Fronte 3 si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 315/70° ed alto circa 8 m.

#### 6.1.1.3. Scivolamento planare

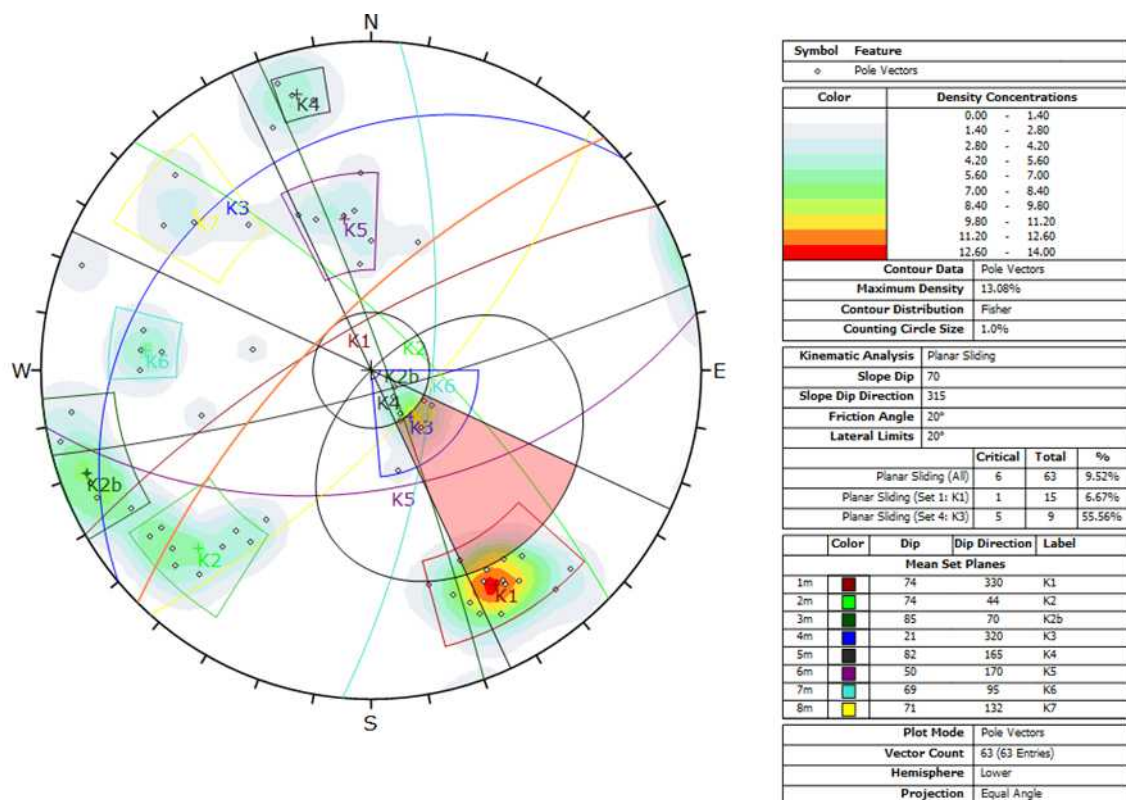


Figura 26 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati. Test di Matheson  
- Cinematismo planare.

Sono probabili cinematismi planari sui piani K3.

### 6.1.1.3. Scivolamento a cuneo

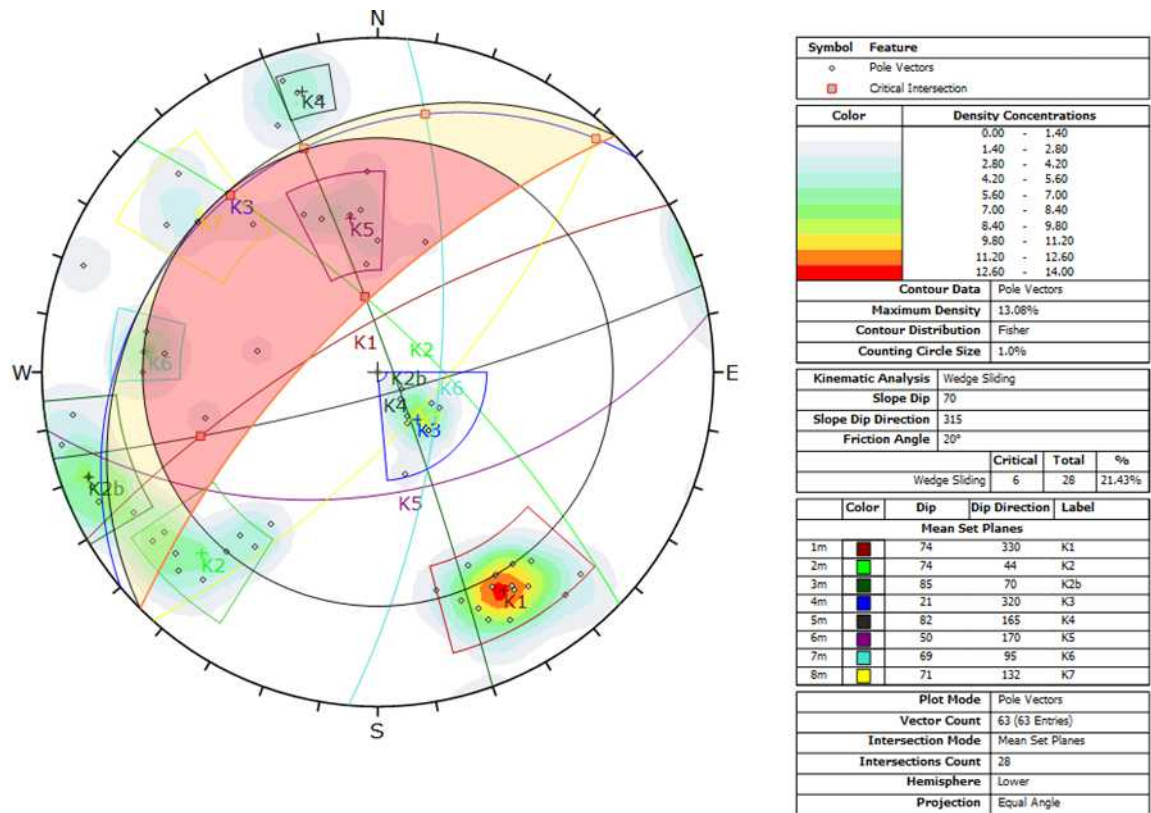


Figura 27 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K1/K4 – K2/K3.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K2<sub>b</sub>/K3 – K3/K6 – K3/K7.

### 6.1.1.3. Ribaltamento

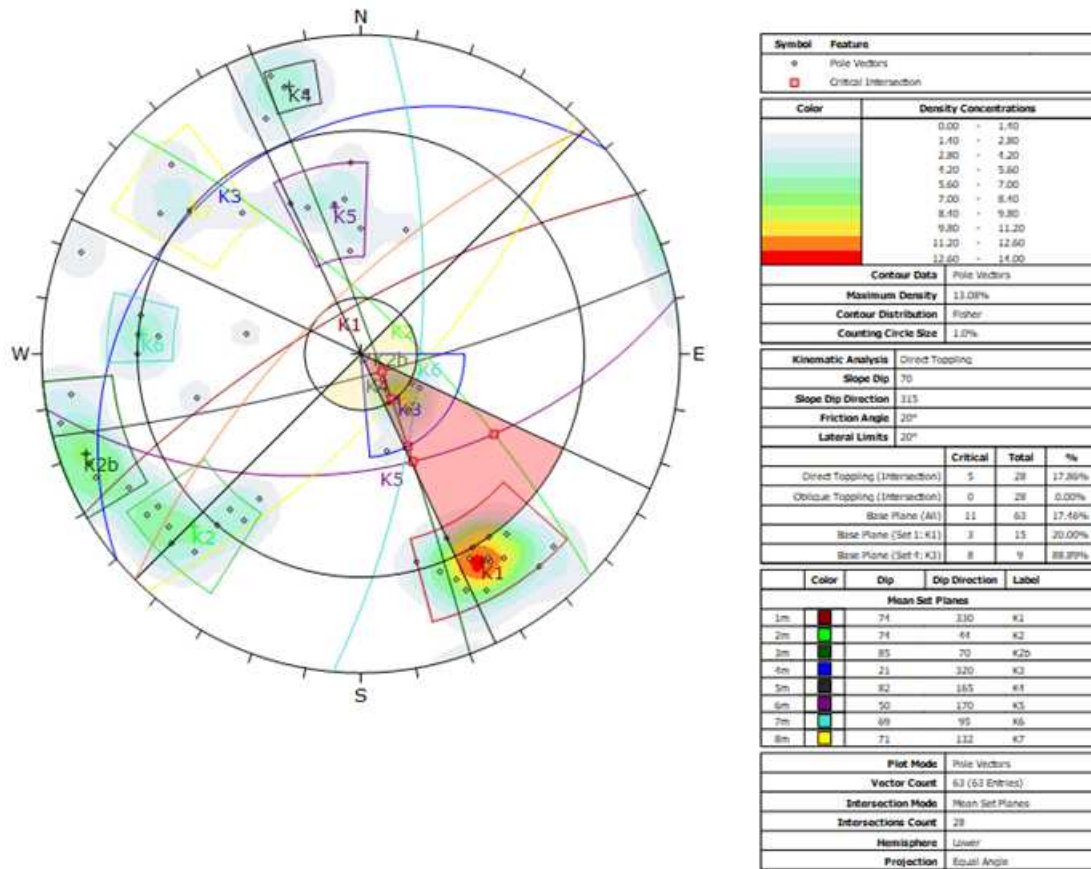


Figura 28 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi sui piani K1 e K3, e cinematismi sull'intersezione dei piani K2/K5 – K2b/K4 – K2b/K5 - K2b/K6 – K2b/K7.

6.1.1.4 Fronte 290/70

Nell'esaminare il Fronte 4 si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 290/70° ed alto circa 8 m.

6.1.1.4. Scivolamento planare

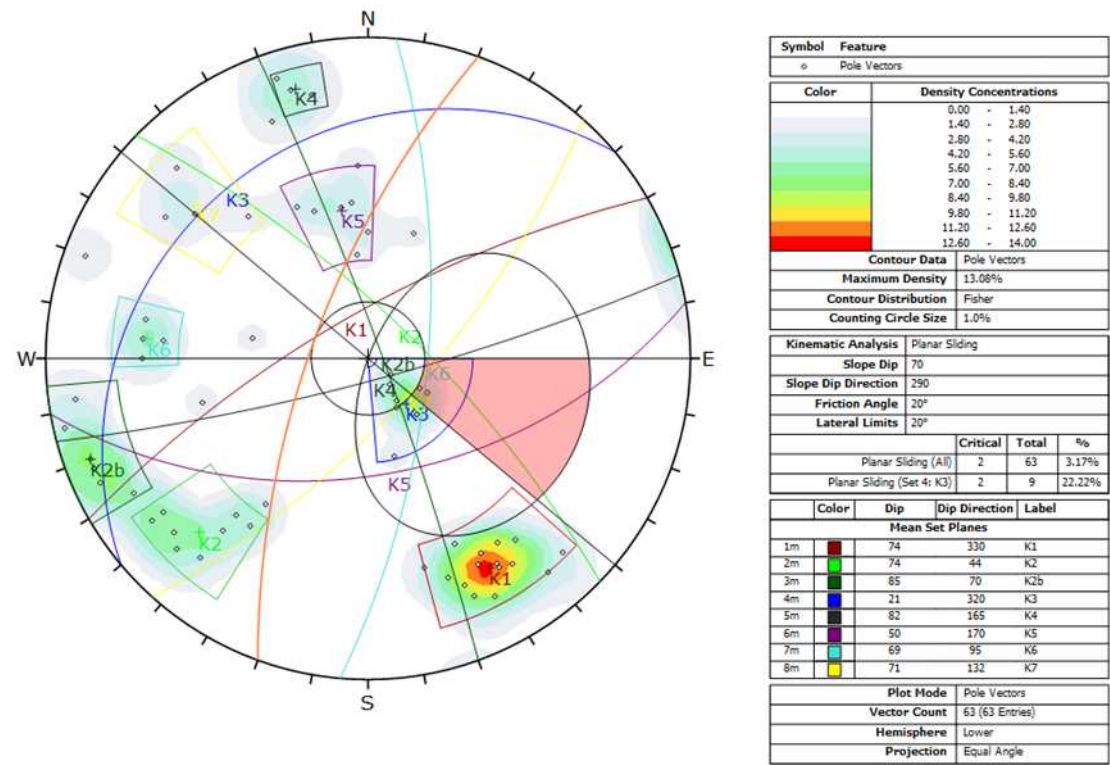


Figura 29 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo planare.

Non sono probabili cinematismi.

#### 6.1.1.4. Scivolamento a cuneo

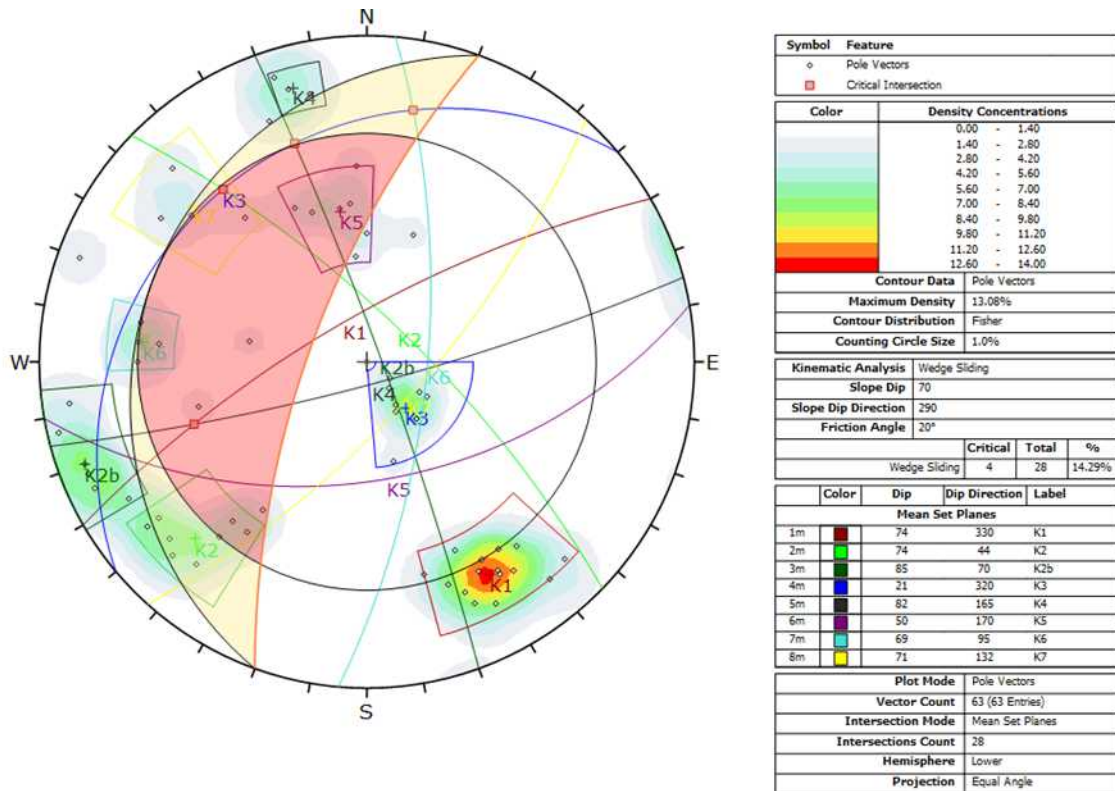


Figura 30 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K1/K4 – K2/K3.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K2<sub>b</sub>/K3 – K3/K6.

#### 6.1.1.4. Ribaltamento

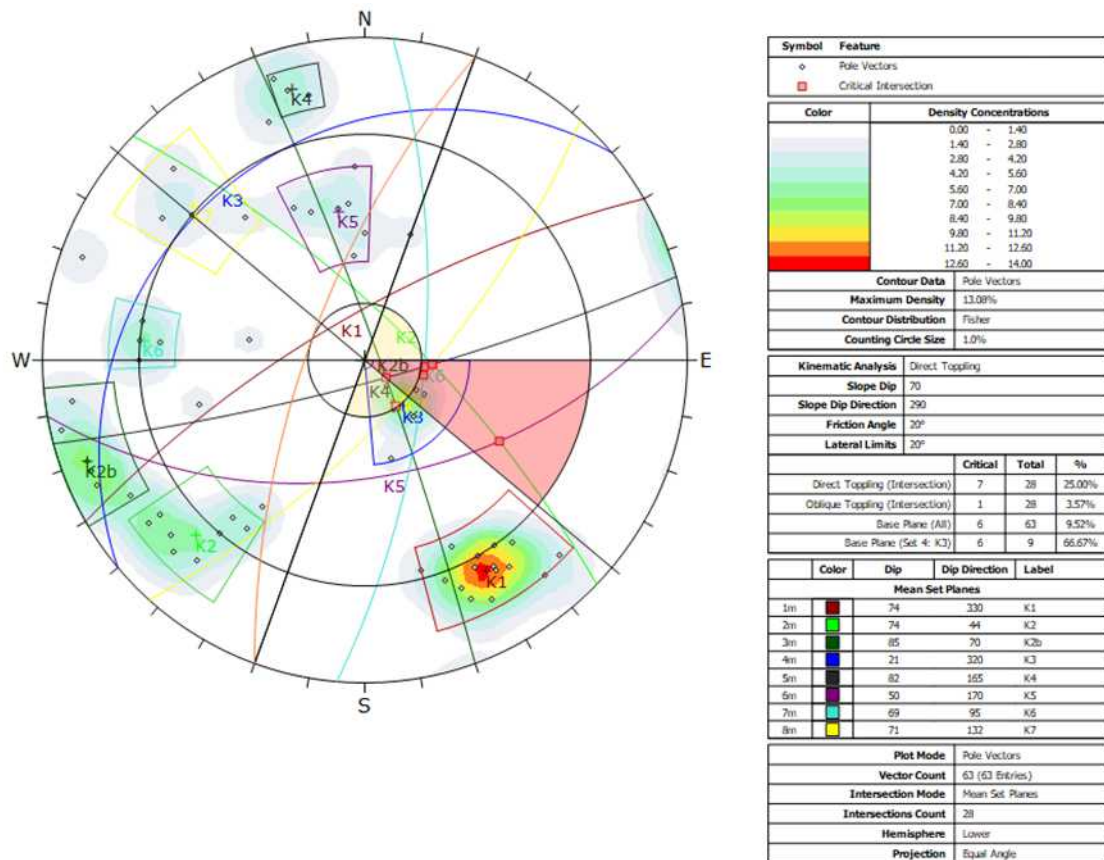


Figura 31 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento sui piani K3, e cinematismi sull'intersezione dei piani K2/K4 – K2b/K4 – K2/K7 – K4/K6 – K4/K7 – K6/K7.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento obliquo sull'intersezione dei piani K2b/K7.

6.1.1.5 Fronte 135/70

Nell'esaminare il Fronte 5 si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 135/70° ed alto circa 8 m.

6.1.1.5. Scivolamento planare

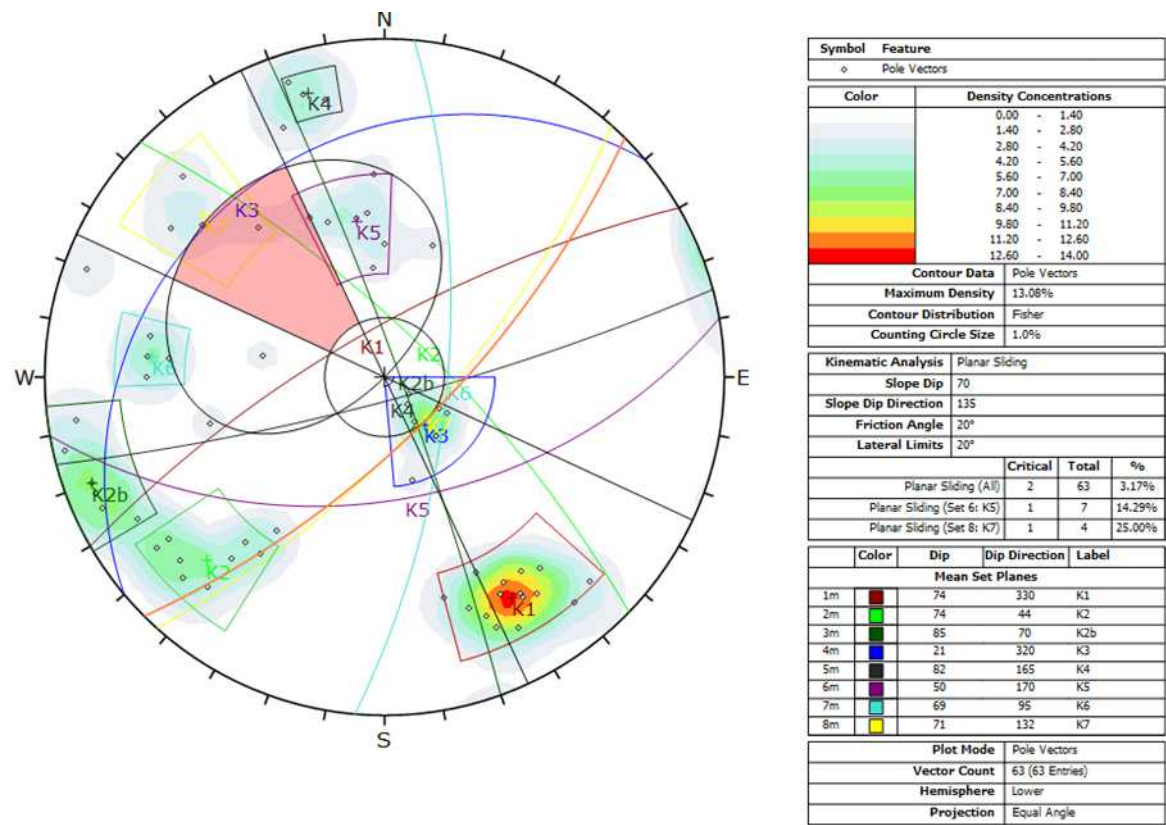


Figura 32 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.  
Test di Matheson - Cinematismo planare.

Non sono probabili cinematismi planari.

6.1.1.5. Scivolamento a cuneo

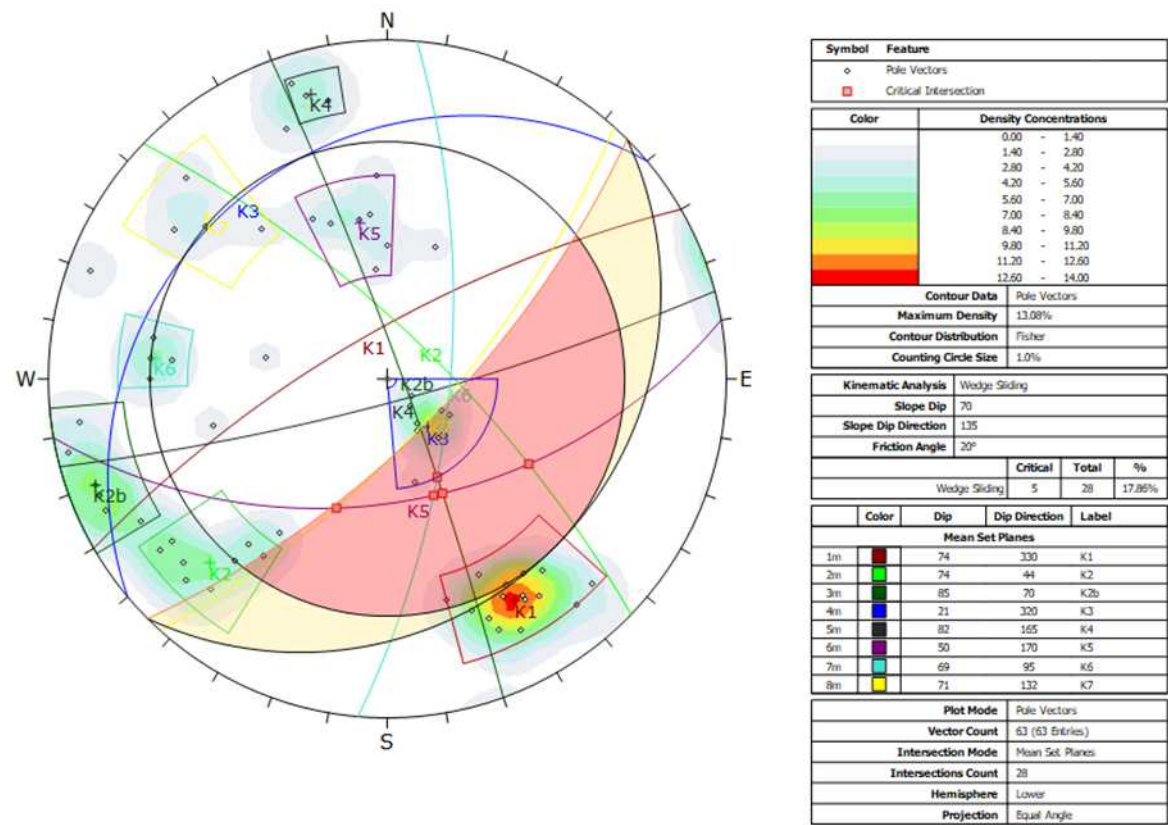


Figura 33 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K2<sub>b</sub>/K6 – K5/K3 - K5/K2 – K5/K2<sub>b</sub> – K5/K6 – K5/K7.

### 6.1.1.5. Ribaltamento

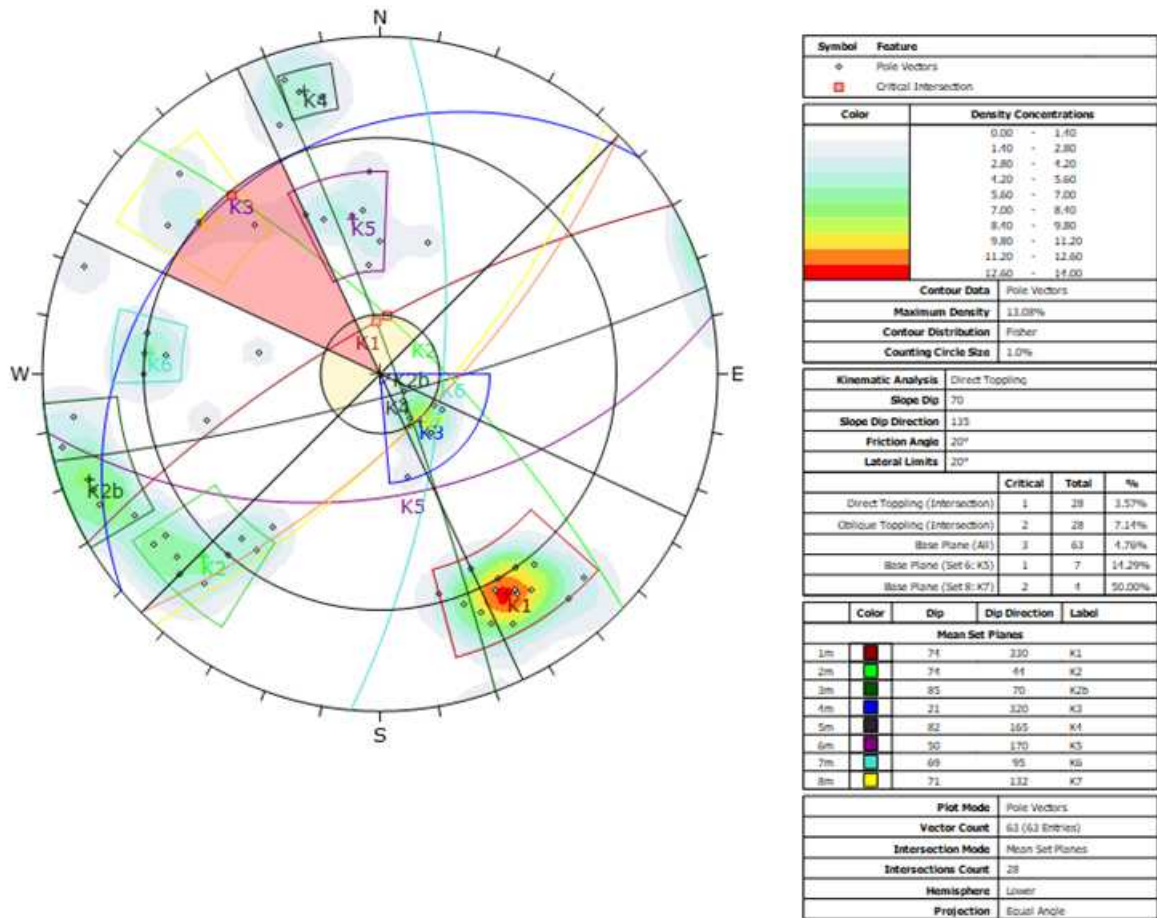


Figura 34 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento sull'intersezione dei piani K2/K3.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento obliquo sull'intersezione dei piani K1/K2 – K1/K2b.

6.1.1.6 Fronte 015/70

Nell'esaminare il Fronte 6 si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 015/70° ed alto circa 8 m.

6.1.1.6. Scivolamento planare

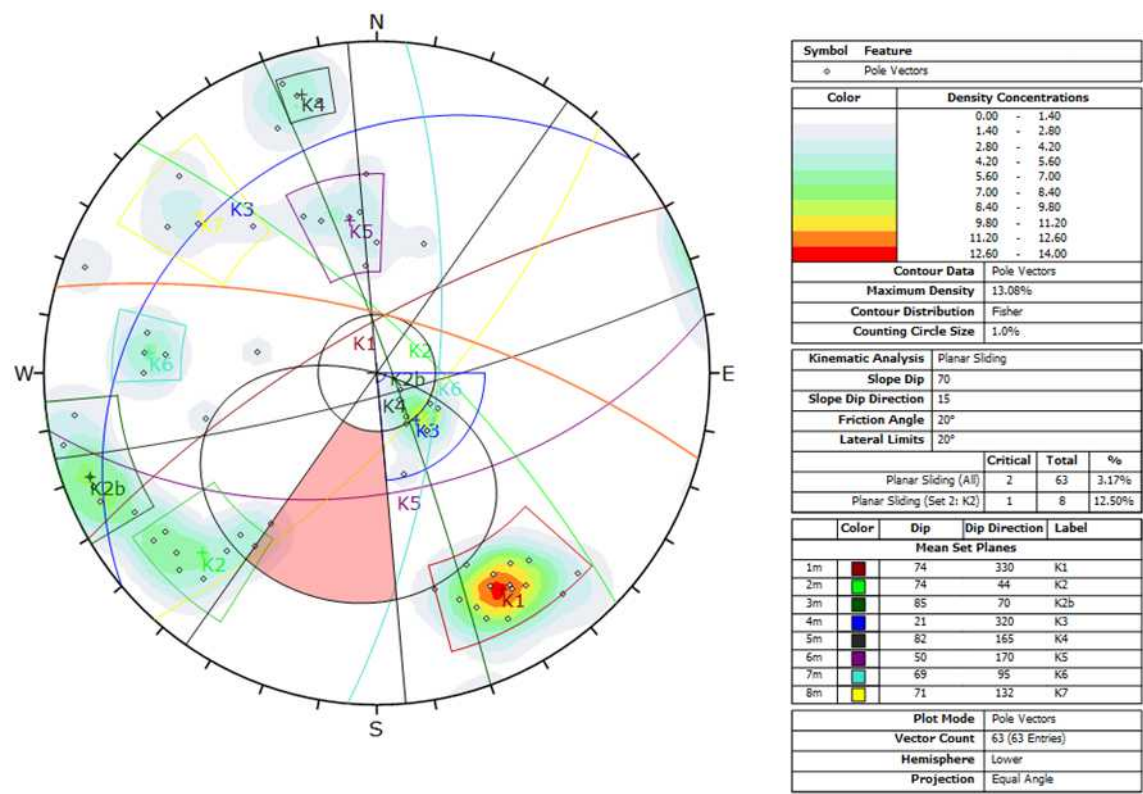


Figura 35 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.  
Test di Matheson - Cinematismo planare.

Non sono probabili cinematismi planari.

6.1.1.6. Scivolamento a cuneo

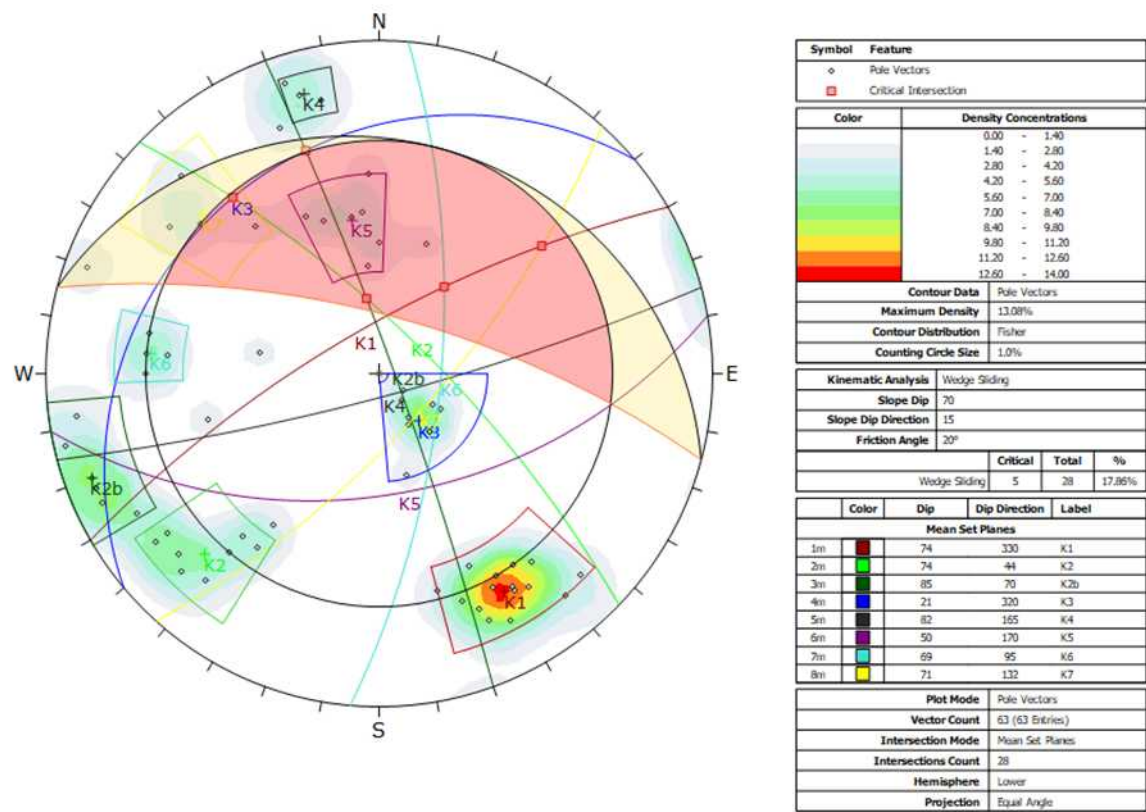


Figura 36 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K1/K6 – K1/K7 – K2/K3 – K2b/K3

### 6.1.1.6. Ribaltamento

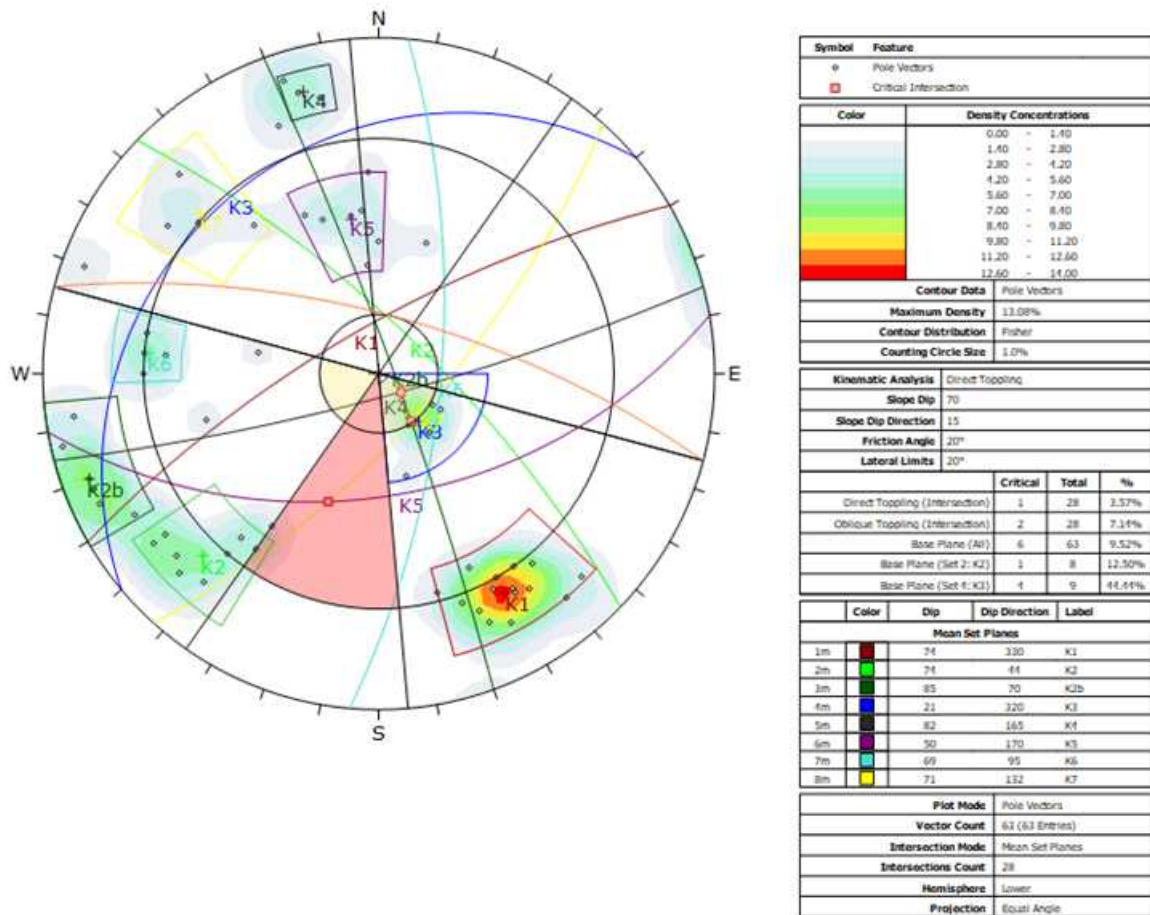


Figura 37 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento sull'intersezione dei piani K5/K7.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento obliquo sul piano K3 e cinematismi per ribaltamento obliquo sull'intersezione dei piani K2<sub>b</sub>/K4 – K2<sub>b</sub>/K7.

6.1.1.7 Fronte 050/70

Nell'esaminare il Fronte 7 si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 050/70° ed alto circa 8 m.

6.1.1.7. Scivolamento planare

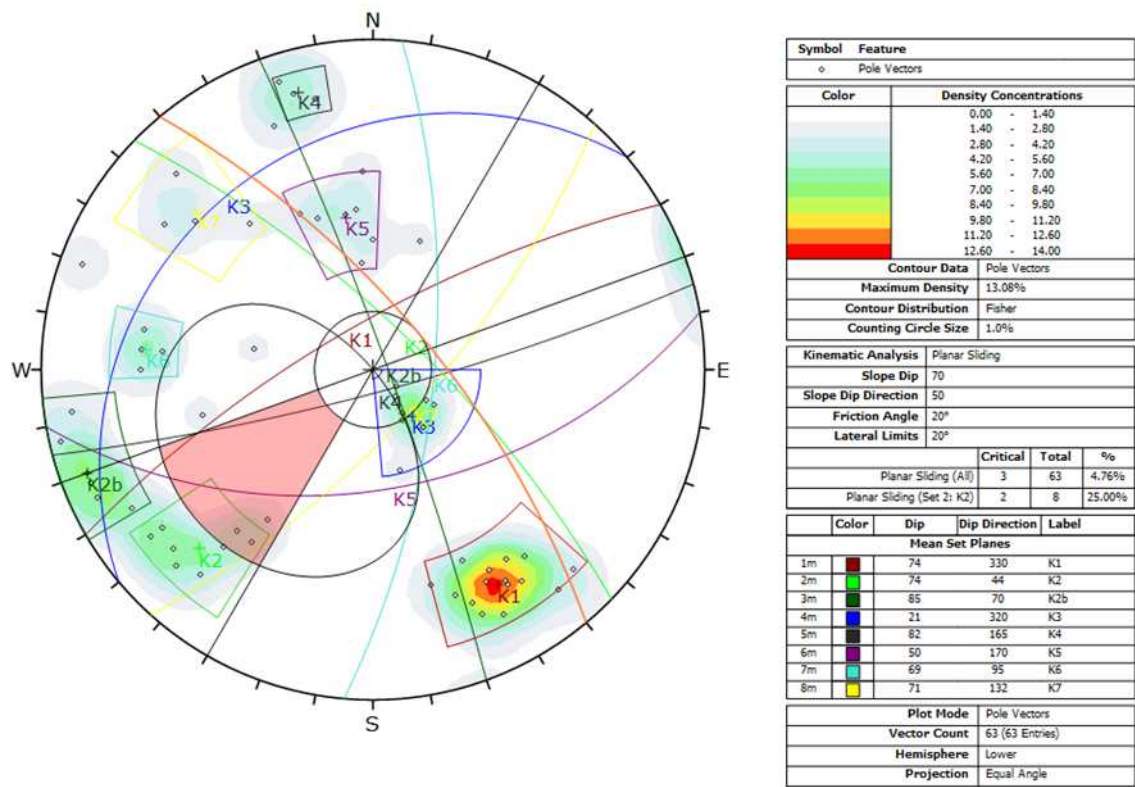


Figura 38 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo planare.

Non sono probabili cinematismi planari.

6.1.1.7. Scivolamento a cuneo

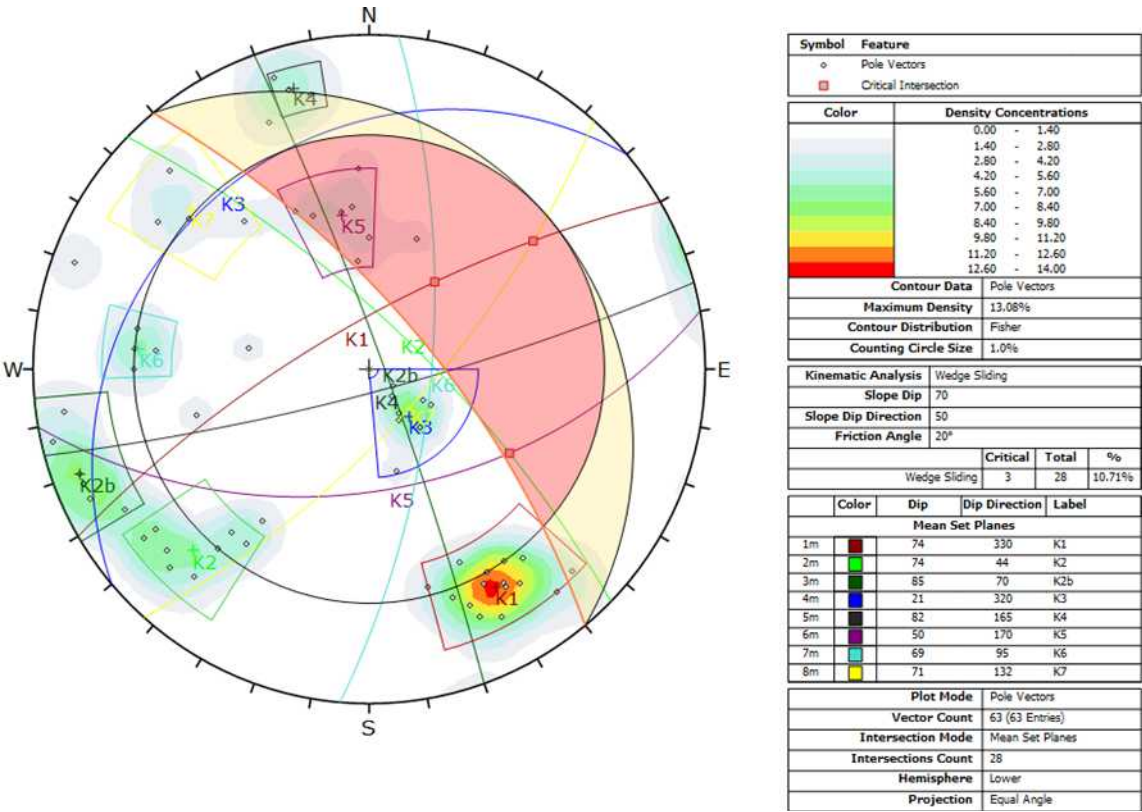


Figura 39 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K1/K6 – K1/K7 – K2/K5.

6.1.1.7. Ribaltamento

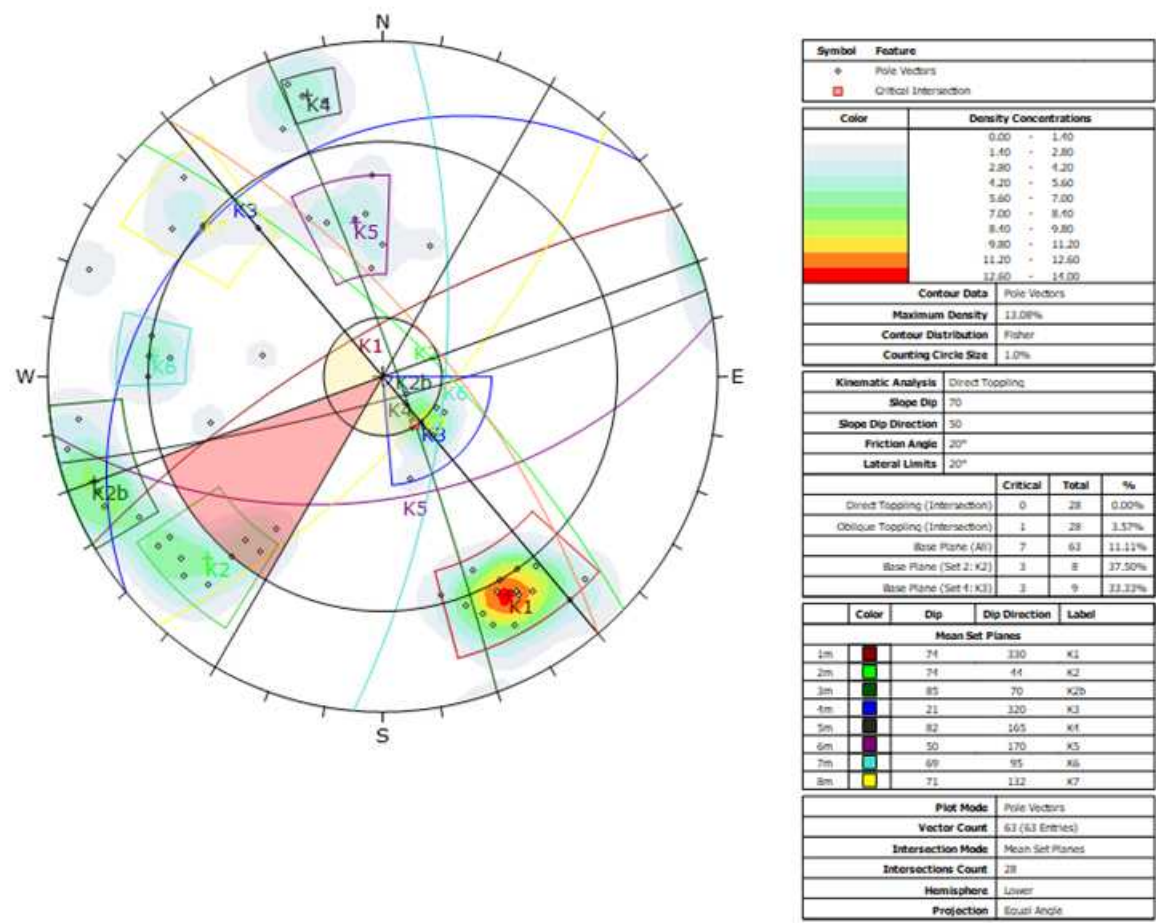


Figura 40 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.  
Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento sui piani K2.

6.1.1.8 Fronte 225/70

Nell'esaminare il Fronte 8 si è considerata come più rappresentativa la situazione media, che è modellizzabile in un fronte orientato 225/70° ed alto circa 8 m.

6.1.1.8. Scivolamento planare

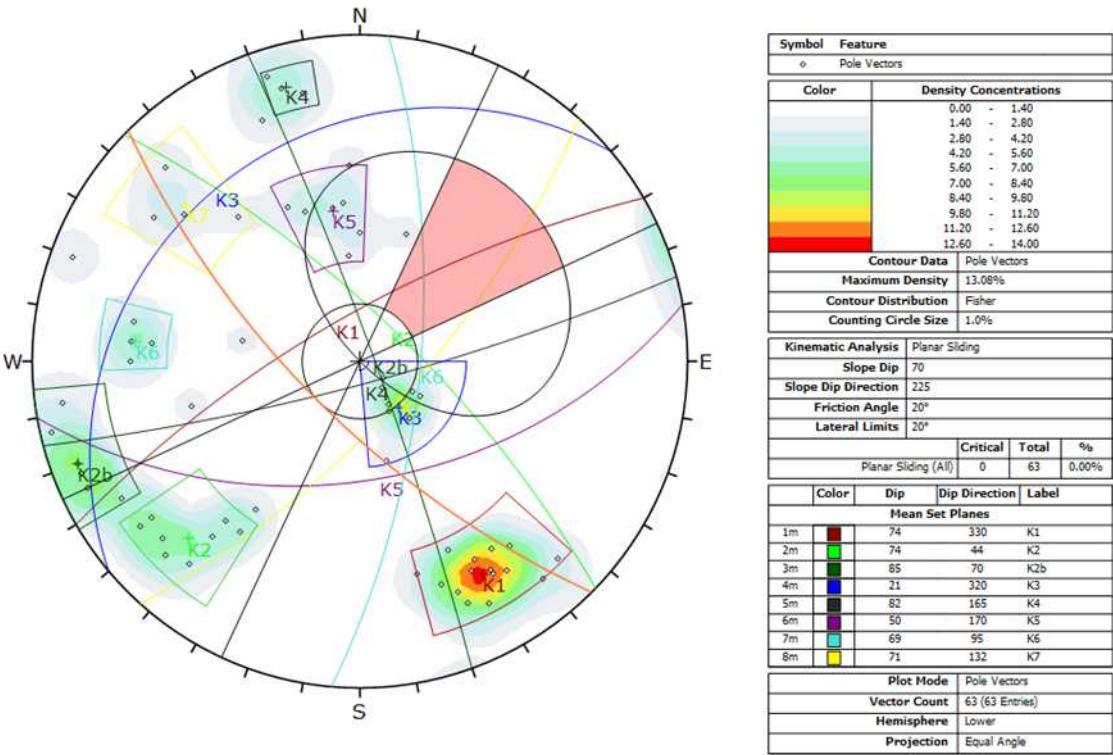


Figura 41 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo planare.

Non sono probabili cinematismi planari.

6.1.1.8. Scivolamento a cuneo

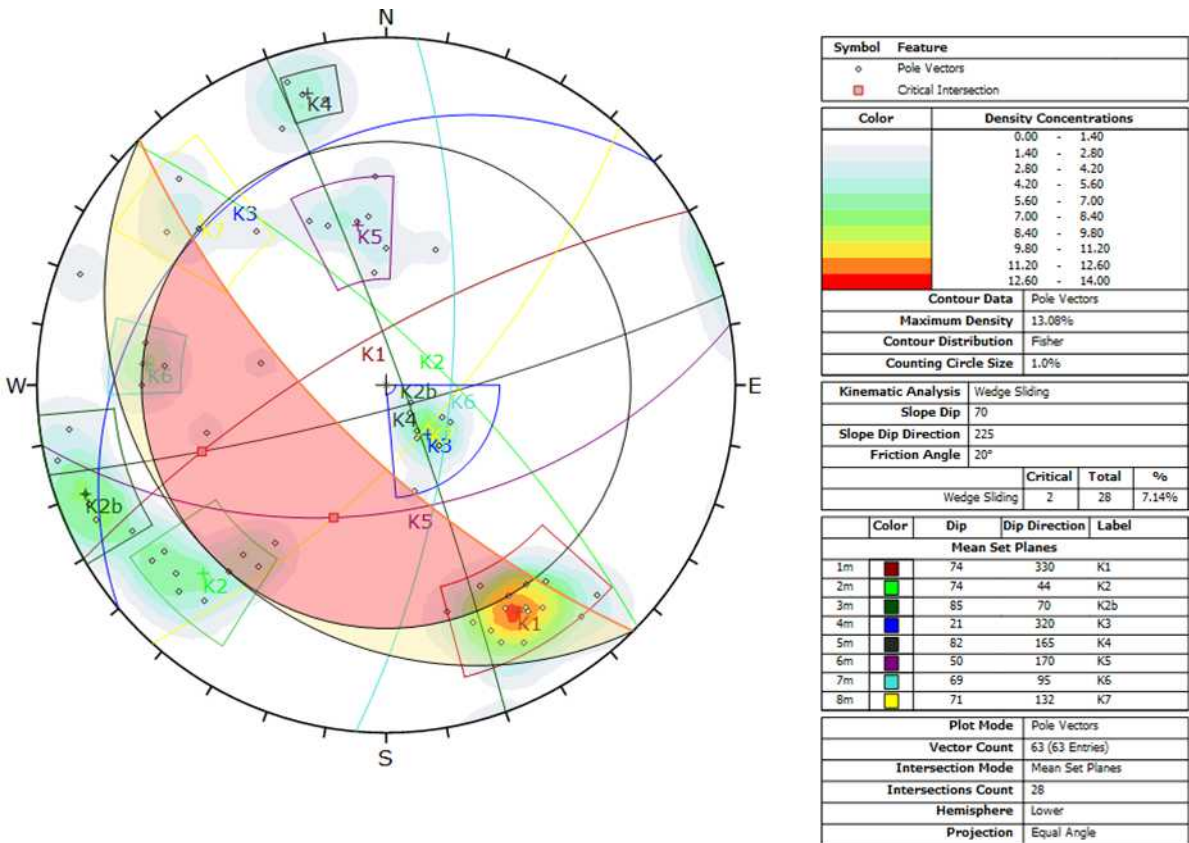


Figura 42 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo su cunei.

CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi su cunei sull'intersezione dei piani K1/K4 – K5/K7.

### 6.1.1.8. Ribaltamento

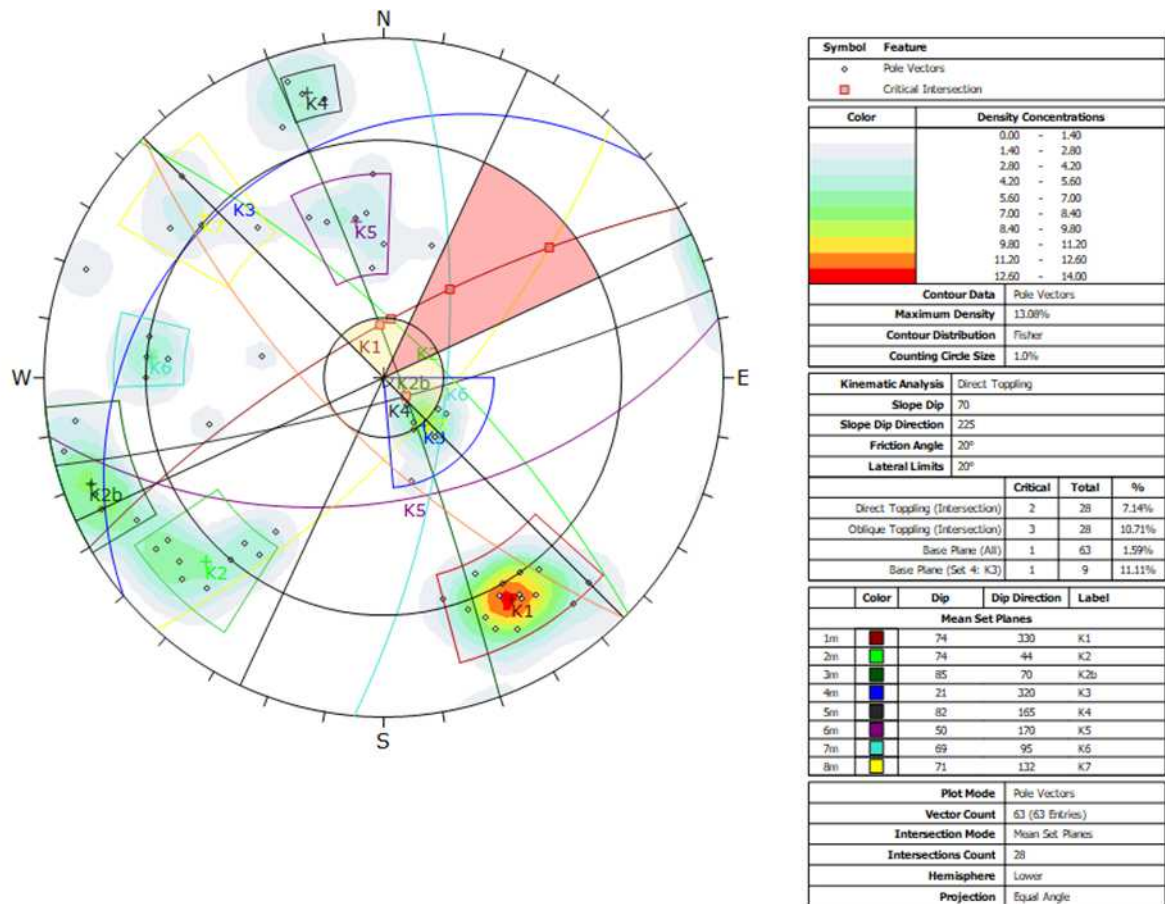


Figura 43 - Proiezioni stereografica della giacitura media dei sistemi di discontinuità rilevati.

Test di Matheson - Cinematismo per ribaltamento.

#### CINEMATISMI PRINCIPALI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento sull'intersezioni dei piani K1/K6 – K1/K7.

#### CINEMATISMI SECONDARI:

Sono probabili cinematismi per ribaltamento obliquo sull'intersezioni dei piani K2/K5 – K2b/K4 – K2b/5.

### 6.1.2 Conclusioni

E' stato effettuato un nuovo rilievo geologico strutturale dei fronti oggetto di coltivazione, che ha permesso di individuare 8 famiglie di discontinuità. Successivamente, attraverso il test di Markland, si è fornita un'indicazione qualitativa della stabilità dei vari cunei in funzione del loro orientamento nello spazio e della stima della resistenza al taglio mobilitabile lungo i piani di possibile scorrimento.

Tale analisi ha permesso di definire che i cinematismi possibili si possono manifestare esclusivamente alla scala del singolo gradone, in relazione allo stato di intensa fratturazione dell'ammasso roccioso, che in alcuni casi si presenta molto disgregato e allentato.

Il maggior numero di potenziali cinematismi di instabilità è stato individuato nei gradoni di coltivazione dei fronti di miniera esposti a N, SSE, ONO e NO, che presentano l'orientazione più critica rispetto alla giacitura dei sistemi di discontinuità. Date comunque le dimensioni da centimetriche a decimetriche dei prismi di roccia coinvolgibili nei fenomeni di instabilità (spaziatura media dei sistemi di discontinuità  $< 20$  cm), si tratta comunque di situazioni di rischio moderato, gestibili unicamente mediante la buona pratica nel corso della coltivazione e del successivo ripristino, in particolare per mezzo del disgaggio preventivo di settori dove la disgregazione della roccia è più evidente.

Durante le fasi di coltivazione, l'ispezione ed il disgaggio preventivo di blocchi rocciosi di maggiori dimensioni, che localmente potrebbero essere presenti a causa della maggiore persistenza di alcune fratture, costituiscono il rimedio più sicuro ed efficace di controllo dei problemi di stabilità.

## 6.2 Fronti

### 6.2.1 Situazione attuale

L'evoluzione della coltivazione è avvenuta in maniera conforme al progetto autorizzato.

Occorre ricordare infine che, dall'ottenimento dell'autorizzazione ad oggi, i fronti della miniera in esame non hanno mai evidenziato problemi di instabilità se si eccettua qualche isolato cinematismo, coinvolgenti prismi rocciosi minori al decimetro cubo, individuato soprattutto nei gradoni di coltivazione dei fronti di miniera esposti a N, SSE, ONO e NO, che presentano l'orientazione più critica rispetto alla giacitura dei sistemi di discontinuità. Date comunque le dimensioni decimetriche di tali prismi di roccia sono stati gestiti unicamente mediante disgaggio leggero.

### 6.2.2 Sezione 2-2

In relazione all'evoluzione degli scavi, è stata eseguita una verifica di stabilità, del versante, a lungo termine, per la sezione 2-2, riferita allo stato finale, considerando (TAV. 4 – Figura 16):

1. la stabilità in grande del fronte di cava, cioè la verifica delle condizioni di sicurezza nei confronti dei fenomeni franosi inerenti lo scavo nel suo complesso, ipotizzando superfici di rottura circolari.
2. la stabilità locale del fronte di cava, cioè la verifica delle condizioni di sicurezza nei confronti dei fenomeni franosi inerenti lo scavo nell'intorno del singolo gradone, ipotizzando superfici di rottura circolari.

La sezione 2-2, come visibile in Figura 16, è tracciata in corrispondenza della situazione più sfavorevole del fronte.

Le verifiche di sicurezza, ai sensi del D.M. 17/01/2018, devono essere:

- effettuate con metodi che tengano conto della forma e posizione della superficie di scorrimento, dell'assetto strutturale, dei parametri geotecnici;
- eseguite lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso.

Il livello di sicurezza viene, quindi, espresso come rapporto tra resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore di progetto, e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale. Appare chiaro che per lo stato limite ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$  dove:

- $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche di sicurezza sono state eseguite utilizzando il software SSAP 2010 versione 5.1 - Slope Stability Analysis Program (1991, 2022) mediante il criterio di rottura pubblicato da Hoek et al. (2002) per la caratterizzazione della resistenza al taglio degli ammassi rocciosi fratturati.

Questo criterio di rottura estende quello tradizionalmente utilizzato per i terreni sciolti (Mohr-Coulomb) e permette di utilizzare il metodo di verifica della stabilità mediante l'equilibrio limite anche in presenza di ammassi rocciosi fratturati, dove è necessario una metodologia che permetta di definire la resistenza al taglio dell'ammasso in termini dei parametri " $\phi$  e  $c$ ".

Il campo di applicazione della metodologia è limitato ai pendii in roccia dove non sono presenti instabilità e distacchi di natura strutturale. Tuttavia, il metodo presenta una capacità di generalizzazione molto ampia, potendo spaziare dagli ammassi rocciosi in rocce consistenti, alle rocce deboli fino alle rocce tenere e agli ammassi in formazioni in facies di flysch (Marinos & Hoek, 2001).

Uno dei principi base della meccanica delle rocce è che la resistenza meccanica di un ammasso roccioso nel suo insieme è generalmente più bassa rispetto a quello degli elementi di roccia intatta che lo compongono.

La resistenza meccanica complessiva è infatti funzione della resistenza meccanica degli elementi di roccia intatta e di una serie di caratteristiche dell'ammasso: presenza e distribuzione di fessure e giunti; effetti di disturbo esterni quali scavi, trivellazione e uso di esplosivi; variabilità delle caratteristiche dell'ammasso alla scala dell'affioramento, indotta da discontinuità litologiche e strutturali: bande di alterazione e fasce milonitiche/cataclastiche, sistemi di faglie, alternanze con litologie diverse in formazioni in facies di flysch.

In Figura 44 tratta da Sonmez et al. (1998), è rappresentato il concetto di scala, necessario per la definizione della applicabilità dei parametri di resistenza meccanica derivati dal metodo di Hoek.

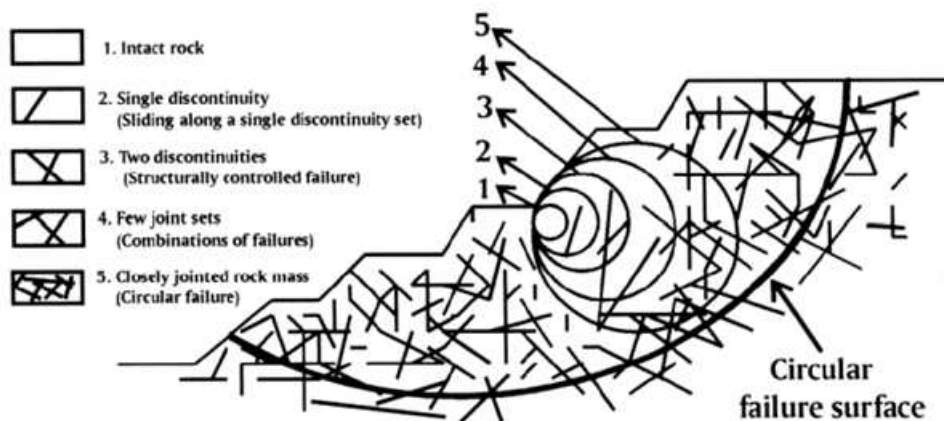


Figura 44 - Criterio di rottura pubblicato da Hoek et al. (2002), in relazione al grado di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Riferendoci alla Figura 44, si osserva come nei casi 2 e 3 siano possibili essenzialmente solo distacchi e superfici di scivolamento con una dominante strutturale (modellazione di *tipo discontinuo*). Nei casi 4 e 5 si passa progressivamente a potenziali superfici di instabilità per scivolamento rotazionale di forma circolare o più in generale sub-circolare (modellazione di *tipo continuo*). Infatti prendendo in esame una dimensione di ammasso maggiore le singole discontinuità diventano progressivamente meno importanti per la stabilità locale e diventano prevalenti la loro distribuzione e densità nell'indebolire le caratteristiche meccaniche generali. In questo caso eventuali superfici di scivolamento potranno realizzarsi parzialmente, e localmente, anche in modo parallelo a discontinuità presenti ma in generale tagliando eventuali ponti di roccia.

Con la caratterizzazione di un ammasso mediante il metodo di Hoek è implicito assumere che tale ammasso venga considerato un mezzo omogeneo e isotropo. Nella realtà in un ammasso, anche se è omogeneo dal punto di vista della litologia, possono esistere zone con caratteristiche di alterazione o caratterizzazione delle discontinuità diverse. In questo caso il metodo va applicato dopo aver suddiviso l'ammasso stesso in unità strutturali e meccaniche diverse che vengono poi, al loro interno assunte omogenee.

### 6.2.3 Parametri geotecnici

Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici e le N.T.C. 17/01/2018, la scelta dei valori dei parametri:

$\gamma$  = peso di volume (kN/m<sup>3</sup>);

$\gamma_s$  = peso di volume saturo (kN/m<sup>3</sup>);

$\gamma_d$  = peso di volume drenato (kN/m<sup>3</sup>);

$\phi$  = angolo di resistenza al taglio (°);

$c$  = resistenza al taglio drenata (kPa).

deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

Di seguito si riportano i valori caratteristici ( $x_k$ ) dei parametri geotecnici di ogni unità litotecnica individuata nell'area oggetto di rinnovo e parametrizzata nel progetto autorizzato.

| Unità litotecnica                             | $\gamma_k$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_{sk}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi_k$<br>° | $C_k$<br>kPa |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------|--------------|
| Ammasso roccioso <sup>1</sup>                 | 26.5                            | 27.5                               | 20.8          | 157.6        |
| Orizzonte roccioso argillificato <sup>1</sup> | 23                              | 24                                 | 21            | 50           |
| Materiale di riporto <sup>2</sup>             | 23                              | 24                                 | 45            | 1.25         |

Tabella 3

<sup>1</sup> Come riportato nel progetto autorizzato, la scelta di tali parametri è stata effettuata a favore della sicurezza in quanto sono stati utilizzati i valori più cautelativi tra quelli attribuibili a ciascun materiale.

<sup>2</sup> Nel caso del materiale di riporto trattandosi ciottoli con sabbia densa ed una ridotta un'aliquota limosa, vi è un considerevole grado di mutuo incastro tra le particelle costituenti il riporto. Per conseguire la rottura tale mutuo incastro deve essere vinto in aggiunta alla resistenza frizionale ai contatti risultando più elevato per sabbie molto dense e ben gradate. Pertanto sono stati attribuiti parametri geotecnici più coerenti con il materiale realmente utilizzato.

I valori di progetto ( $x_d$ ) dei parametri geotecnici di ogni unità litotecnica sono stati determinati in funzione dell'Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali.

| Unità litotecnica                | $\gamma_D$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_{sD}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\phi_D$<br>° | $C_D$<br>kPa |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------|--------------|
| Ammasso roccioso                 | 26.5                            | 27.5                               | 16.9          | 126.1        |
| Orizzonte roccioso argillificato | 23                              | 24                                 | 17.1          | 40           |
| Materiale di riporto             | 23                              | 24                                 | 38            | 1            |

Tabella 4

#### 6.2.4 Verifiche di stabilità in condizioni dinamiche

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati, secondo quanto previsto dalle NTC 2018, può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come  $F_h = k_h \times W$  ed  $F_v = k_v \times W$ , con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 delle NTC 2018 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta_s = 0.38$  nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

$\beta_s = 0.47$  nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 delle NTC2018 per

le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1 delle NTC2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ . Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

Di seguito si riporta (Figura 45) il calcolo utilizzato per definire l'azione sismica del fronte oggetto di verifica (sezione 2-2).

### Stati limite

Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Nominale

50

Interpolazione

Media ponderata

CU = 0.7

| Stato Limite                                 | Tr [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ | $T_c^*$ [s] |
|----------------------------------------------|-----------|-----------|-------|-------------|
| Operatività (SLO)                            | 30        | 0.015     | 2.579 | 0.160       |
| Danno (SLD)                                  | 35        | 0.016     | 2.573 | 0.163       |
| Salvaguardia vita (SLV)                      | 332       | 0.035     | 2.669 | 0.260       |
| Prevenzione collasso (SLC)                   | 682       | 0.043     | 2.706 | 0.292       |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 35        |           |       |             |

### Coefficienti sismici

Tipo

Fronti di scavo e rilevati

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

1

us (m)

0.1

Cat. Sottosuolo

A

Cat. Topografica

T2

|                                 | SLO  | SLD  | SLV  | SLC  |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| CC Coeff. funz categoria        | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| ST Amplificazione topografica   | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]
 

0.6

| Coefficienti             | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh                       | 0.000 | 0.009 | 0.016 | 0.000 |
| kv                       | --    | 0.005 | 0.008 | --    |
| Amax [m/s <sup>2</sup> ] | 0.178 | 0.190 | 0.418 | 0.503 |
| Beta                     | --    | 0.470 | 0.380 | --    |

Figura 45 - Stati limite e coefficienti sismici.

Per la verifica è stato utilizzato l'algoritmo di SARMA II (1979) che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_c$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

I risultati delle verifiche di stabilità (riportati integralmente nell'Appendice E) evidenziano una superficie di scivolamento con un **fattore di sicurezza ( $F_s$ ) minimo = 1.55**.

Tali risultati sottolineano che:

- a seguito della generazione di 10.000 superfici di scivolamento

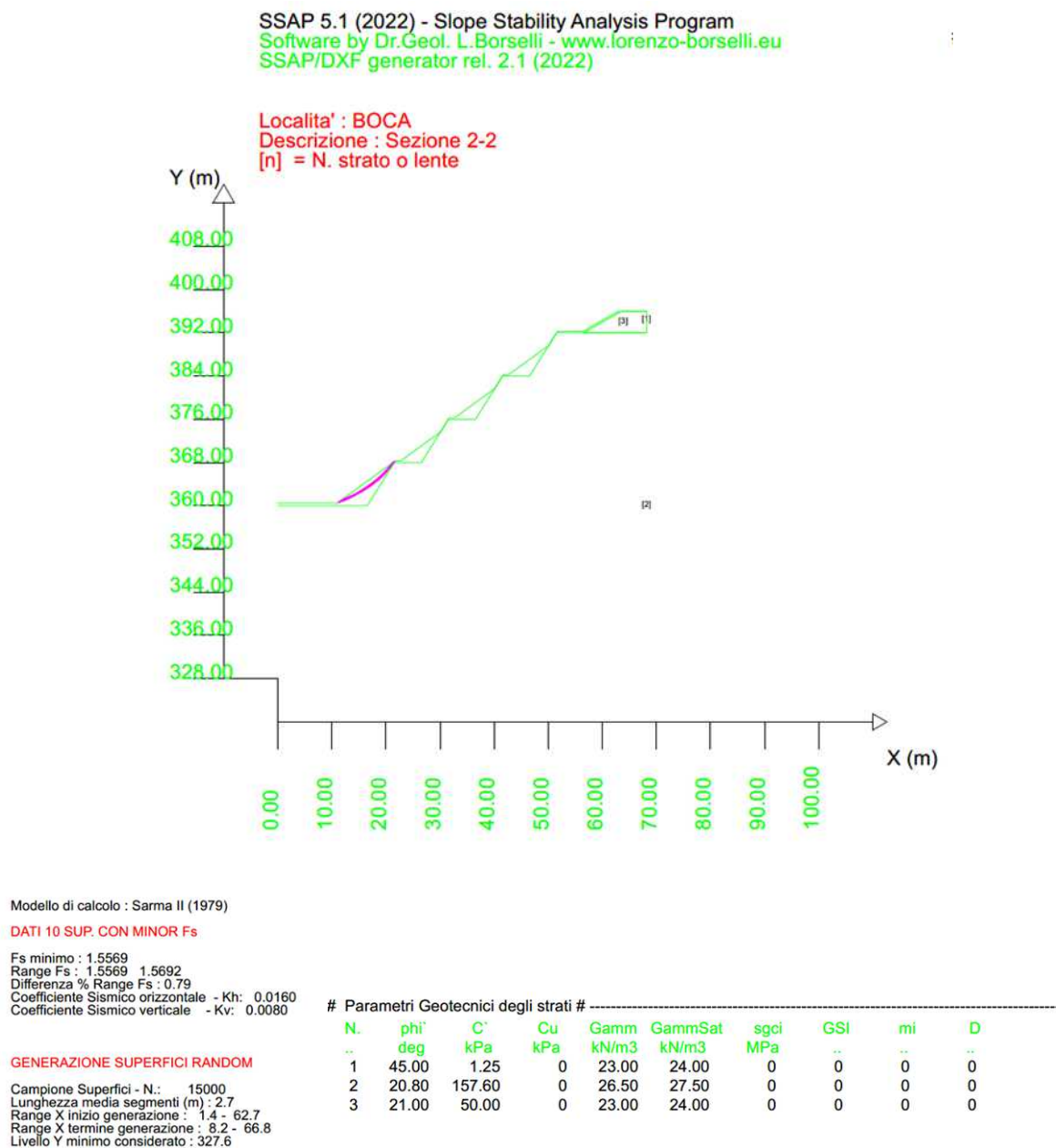


Figura 46 – Verifica di stabilità

le 10 superfici con Fs minore presentano un range di valori compreso tra 1.55 e 1.56;

- la riprocessazione, mediante il sistema FEM di Schofield & P. Wroth (1968) e Griffith et al.1999, delle informazioni raccolte per ciascuna delle superfici verificate, utilizzando un algoritmo, quasi Gauss integration, con analisi geostatistica non parametrica ha dato origine ad una mappa 2D a colori del Fattore di FS locale;

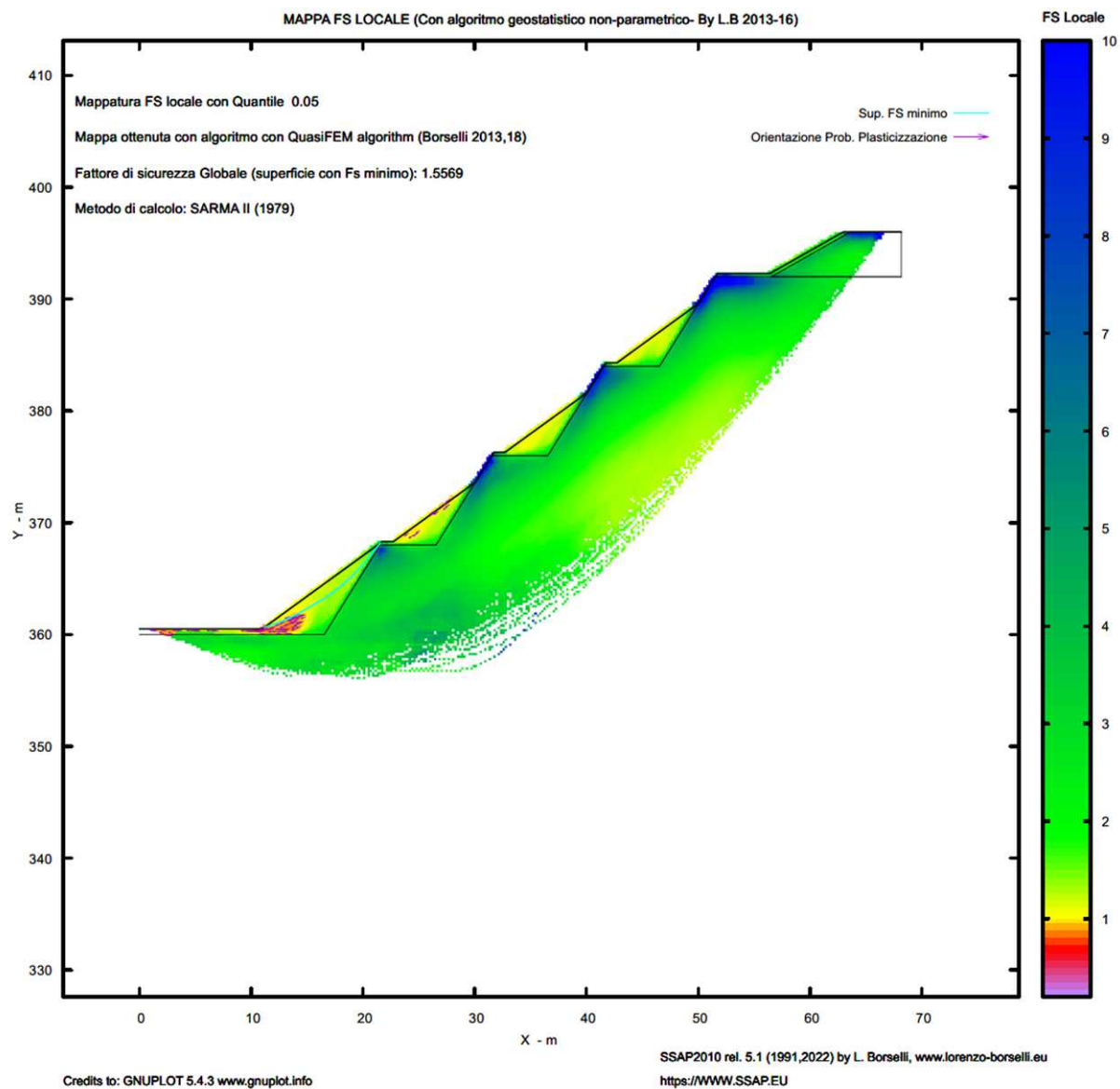


Figura 47 – Mappa FS locale

i coefficienti di sicurezza sono superiori ai valori minimi di legge.

### 6.2.5 Verifiche di stabilità in condizioni statiche

Per il calcolo di stabilità si è utilizzato l'algoritmo di SARMA II (1979).

I valori di progetto dei parametri geotecnici sono stati determinati tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali indicati nel D.M. 17/01/2018.

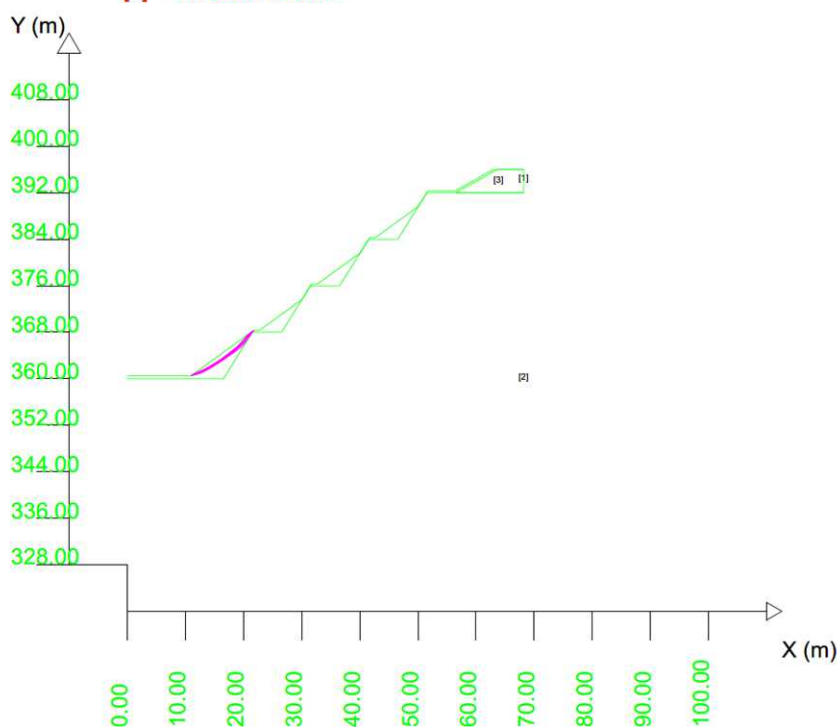
I risultati delle verifiche di stabilità (riportati integralmente nell'Appendice E) evidenziano una superficie di scivolamento con un **fattore di sicurezza (Fs) minimo = 1.259**.

Tali risultati sottolineano che:

- a seguito della generazione di 10.000 superfici di scivolamento

SSAP 5.1 (2022) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.1 (2022)

Localita': BOCA  
Descrizione : Sezione 2-2  
[n] = N. strato o lente



Modello di calcolo : Sarma II (1979)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.2590  
Range Fs : 1.2590 1.2731  
Differenza % Range Fs : 1.11  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000  
Lunghezza media segmenti (m) : 2.7  
Range X inizio generazione : 1.4 - 62.7

# Parametri Geotecnici degli strati #

| N.  | phi°  | C°     | Cu    | Gamm  | GammSat | sgci | GSI | mi | D |
|-----|-------|--------|-------|-------|---------|------|-----|----|---|
| deg | kPa   | kPa    | kN/m3 | kN/m3 | MPa     |      |     |    |   |
| 1   | 38.00 | 1.00   | 0     | 23.00 | 24.00   | 0    | 0   | 0  | 0 |
| 2   | 16.90 | 126.10 | 0     | 26.50 | 27.50   | 0    | 0   | 0  | 0 |
| 3   | 17.10 | 40.00  | 0     | 23.00 | 24.00   | 0    | 0   | 0  | 0 |

Figura 48 – Verifica di stabilità

le 10 superfici con Fs minore presentano un range di valori compreso tra 1.259 e 1.2731;

- la riprocessazione, mediante il sistema FEM di Schofield & P. Wroth (1968) e Griffith et al.1999, delle informazioni raccolte per ciascuna delle superfici verificate, utilizzando un algoritmo, quasi Gauss integration, con analisi geostatistica non parametrica ha dato origine ad una mappa 2D a colori del Fattore di FS locale;

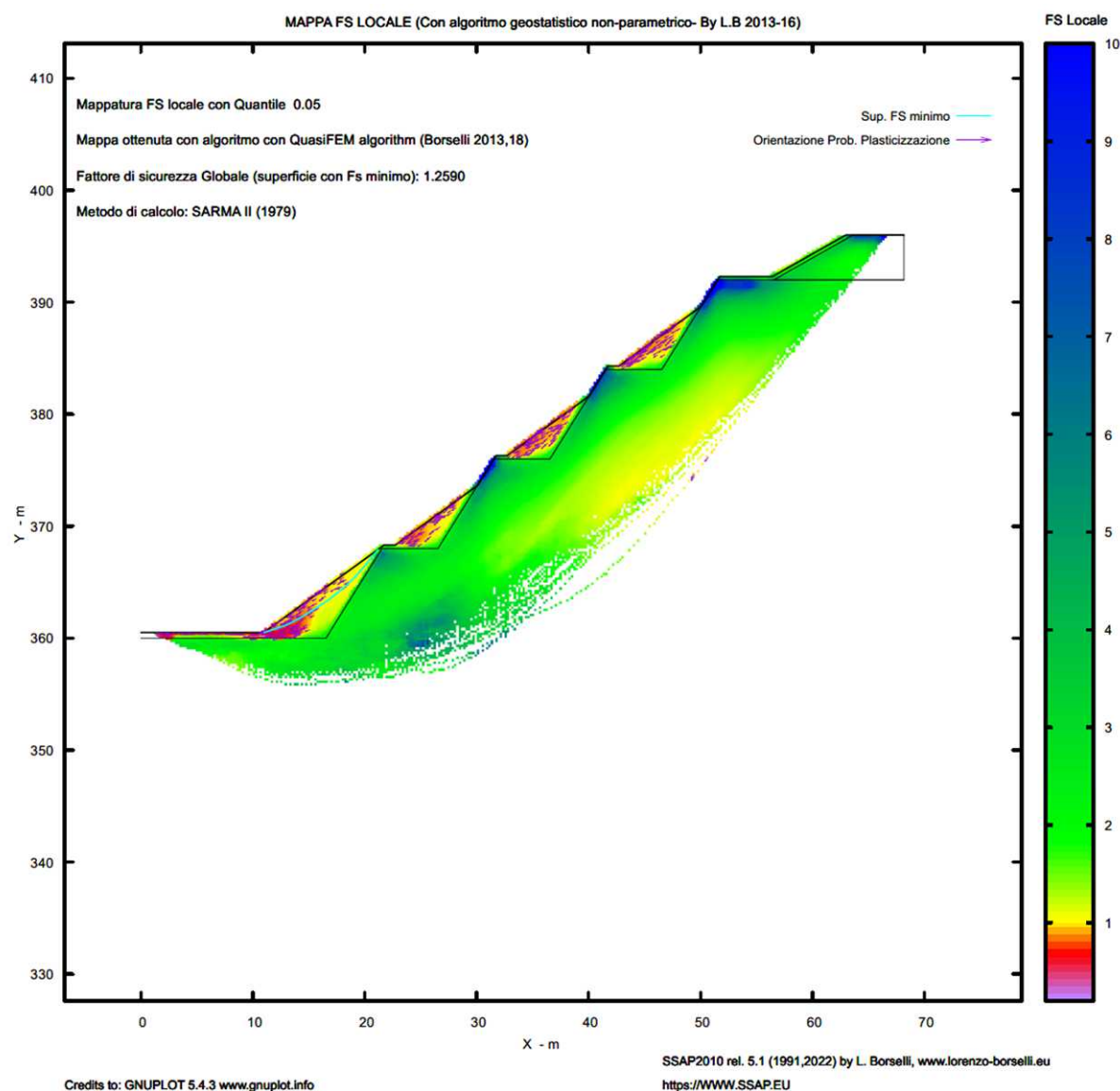


Figura 49 – Mappa FS locale

i coefficienti di sicurezza sono superiori ai valori minimi di legge.

## 7 PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE

Il progetto di recupero ambientale autorizzato è stato finora attuato senza portare significative modifiche rispetto al progetto originario che pertanto rimane invariato rispetto alla precedente autorizzazione (D.G.R. n. 22-2298 del 04/07/2011). In merito a tale aspetto si rimanda gli specifici elaborati (TAV. 4 Planimetria finale di ripristino – TAV.5 Sezioni di recupero ambientale).

### 7.1 Progetto finale autorizzato

Di seguito si riporta una sintesi del progetto di sistemazione finale dell'area di cava autorizzato meglio descritta negli elaborati progettuali autorizzati (TAV. 4 Planimetria finale di ripristino – TAV.5 Sezioni di recupero ambientale).

L'intervento in oggetto prevede parallelamente alla coltivazione, il ripristino ambientale della cava completando le aree ancora oggetto di recupero.

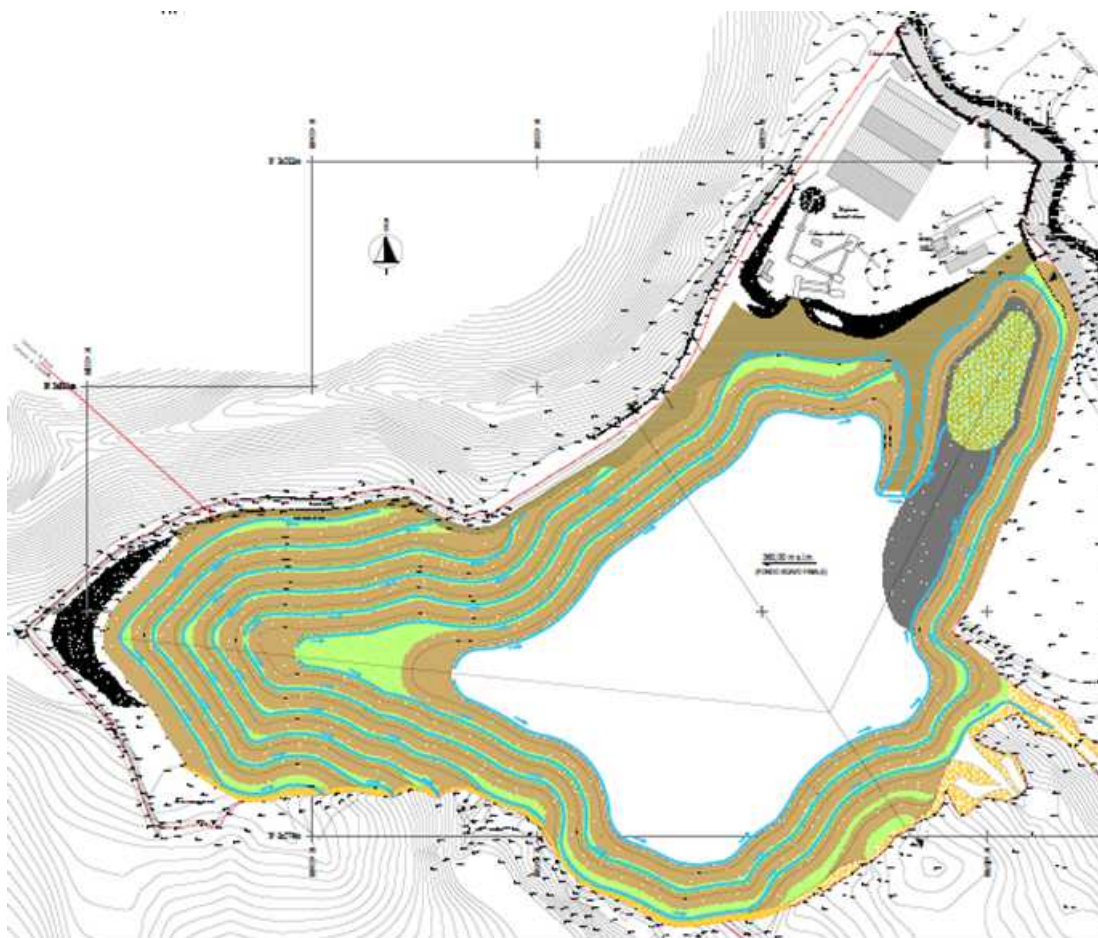


Figura 50 - Estratto Tav.0.4 "Planimetria finale di recupero ambientale"

## 7.2 Completamento recupero ambientale dell'area

Si riporta sinteticamente gli interventi di recupero da completare, come da progetto autorizzato:

- **Destinazione finale dell'area scavata:** riuso naturalistico;
- **Tipo di ripristino morfologico:** a gradoni con realizzazione di rilevati in materiale terroso sterile addossati alle pareti delle alzate;
- **Ripristino vegetazionale:** interventi di mitigazione e conservazione a carico dei materiali terrosi accantonati e inerbiti;
- **Inerbimento:** idrosemina sulle scarpate; a spaglio su aree pianeggianti;
- **Piantumazioni: recupero** a bosco mesofilo e mesoigrofilo con disposizione a sesto e a macchia;
- **Regimazione acque:** fossi di raccolta acque superficiali; Bacino di decantazione con annessa area umida

### 7.2.1 Caratteristiche degli interventi di recupero ambientale

#### - **Pedate dei gradoni**

Inerbimento con tecnica manuale a spaglio ed impianto con specie arboree mesofile, (40%) e arbustive (60%).

#### - **Zone di rimodellamento morfologico addossate alle alzate**

Interventi di ingegneria naturalistica mediante posa di rete biodegradabile, realizzazione di una gradonata mista con talee (40%) e piantine (60%) mesofile poste al piede e a metà del pendio di rimodellamento. La superficie dopo la posa delle reti in fibra naturale verrà inerbita mediante idrosemina.

#### - **Area pianeggiante a quota media a 360 m s.l.m.**

Si prevede di realizzare due interventi caratterizzati da due distinte tipologie di bosco comprendenti un'area a bosco mesofilo ed un'area a bosco mesoigrofilo.

La superficie complessiva (circa. 26.600 mq) verrà inerbita e piantumata con la messa a dimora di esemplari arborei ed arbustivi in collettivi naturaliformi, in grado di

raggiungere una copertura arboreo-arbustiva pari al 60% della superficie complessiva, con il restante 40% sarà occupato da radure inerbite.

I collettivi arboreo-arbustivi avranno una superficie minima di 100 mq, composta da gruppi di alberi (60%) ed arbusti (40%), alternati a radure erbose distribuiti a mosaico sulla superficie. La densità sarà di 1.100 alberi/ha, alternati a radure erbose distribuiti a mosaico sulla superficie.

- a) **impianto a bosco mesofilo** su una superficie pari a circa 24.100 mq. Nella tipologia del bosco mesofilo saranno messe a dimora specie locali che sotto l'aspetto fitosociologico, appartengono in parte alla CLASSE *Quercetea robori petraeae* e in parte alla CLASSE *Querco-Fagetea*, Ordine: *Fagetalia sylavaticae* e Alleanze *Fraxino-carpinion*. Si prevede di mettere a dimora circa 2.700 piantine radicate composte da 1.600 alberi e 1.100 arbusti.
- b) **impianto bosco mesoigrofilo** coprirà una superficie complessiva di circa 2.500 mq. All'interno di questa area e ai confini dello stesso, si è previsto la formazione di aree a prateria umida a quote 360 m.s.l.m. La superficie boscata occuperà una superficie di circa 1.500mq.

Nella tipologia del bosco mesoigrofilo saranno messe a dimora specie locali che, dal punto di vista fitosociologico, appartengono alla CLASSE *Querco-Fagetea*, Ordine: *Fagetalia sylavaticae*, Alleanza *Alno-Ulmion*. Le piantine radicate da mettere a dimora saranno circa 170.

- **Area umida in corrispondenza della vasca di decantazione ubicata nel piazzale di quota media 360 m. s.l.m.**

La creazione dell'area umida interesserà, l'area a contorno delle vasche di raccolta e decantazione delle acque meteoriche realizzate in corso d'opera al limite orientale. Essa consentirà di mantenere la finalità originale di bacino di raccolta delle acque e di decantazione delle parti fini contenute nelle stesse prima del loro convogliamento nel rio collettore finale, il Rio Baulè.

Gli interventi previsti consistono nella creazione di un piano inclinato di circa 10° - 11° che da quota 360 m s.l.m. culminerà a quota minima 359 m s.l.m.; in tale fascia di

oscillazione delle acque sarà ricostituita la zona a canneto-cariceto tipica delle aree umide. I popolamenti saranno costituiti da associazioni di graminacee e ciperacee disposte ai bordi su una superficie complessiva pari a circa 1.600 mq.

**- Aree di raccordo con l'intorno indisturbato del sito**

Inerbimento a spaglio dell'intera superficie utilizzando lo stesso miscuglio indicato per le pedate comprende specie erbacee rustiche adatte a terreni montani a diversa acclività e a substrati acidi. Verranno inoltre messi a dimora, circa 300 piantine radicate di esemplari arborei ed arbustivi mesofili, utilizzando un sesto d'impianto a settonce, con 60% di alberi e 40% di arbusti.

**- Pista di servizio interna all'area**

Al termine degli interventi di recupero in progetto, allo scopo di mitigarne l'impatto visivo derivante dalla superficie nuda della sede stradale, è previsto l'inerbimento della stessa mediante semina a spaglio.

### 7.3 Stato attuale del sito, sotto il profilo ambientale

#### 7.3.1 Premessa

Il progetto autorizzato, nel suo insieme complessivo, prevede interventi di recupero morfologico ed ambientale progressivi di tutta l'area con il procedere delle varie fasi di scavo, al fine di un suo graduale e rapido inserimento paesaggistico, articolato in funzione degli studi ed analisi effettuate.

#### 7.3.2 Opere effettuate o in corso d'opera

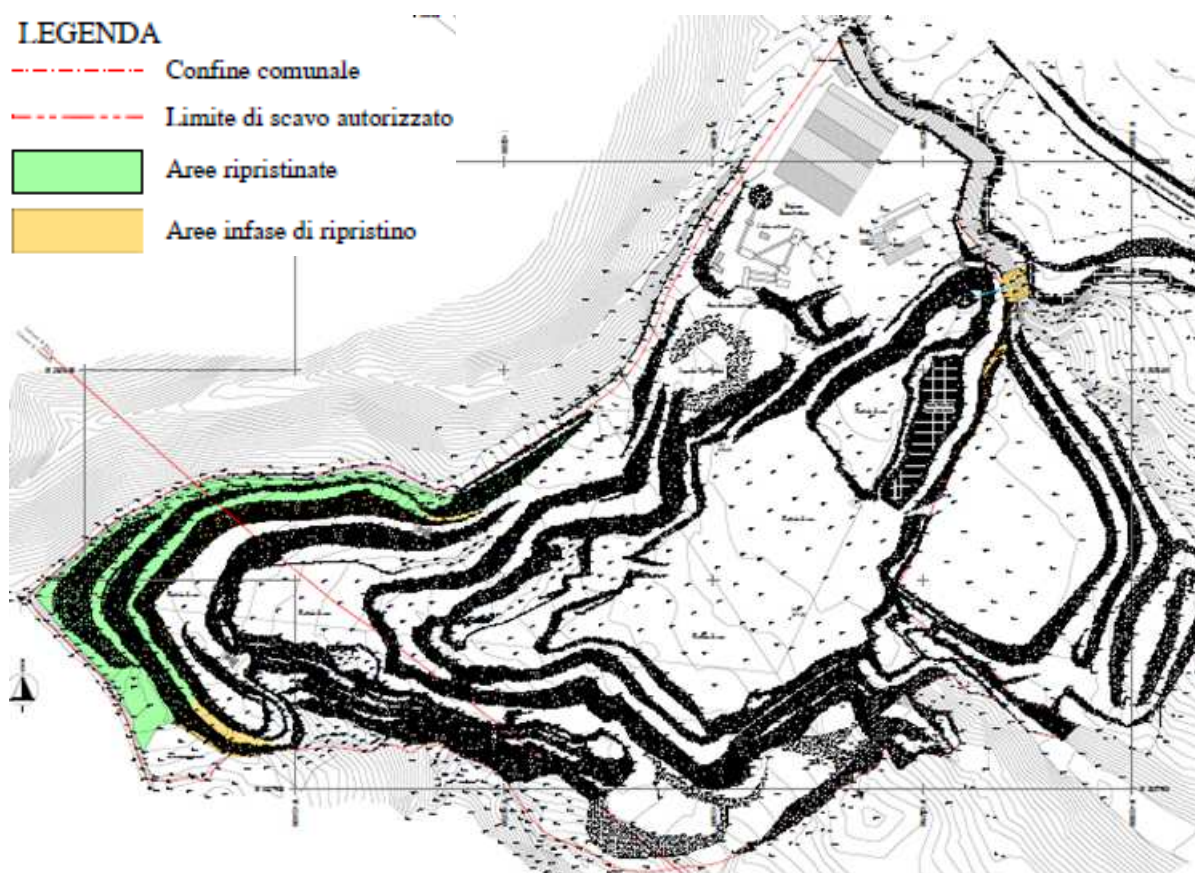


Figura 51 - Estratto Tav.3 "Stato di fatto"

La situazione attuale è rappresentata in pianta nell'estratto della Tav.03. Gli interventi di recupero ambientale effettuati riguardano interventi diversi in funzione della destinazione finale ipotizzata.

### 7.3.3 Area recuperate

Le aree recuperate sono localizzate nella porzione posta a NW dove sono stati terminati gli scavi, sono stati effettuati i lavori di recupero morfologico e successivamente vegetazionale con andamento dall'alto verso il basso,

Le aree recuperate (colore verde) sono posizionate tra quota 423 e quota 408 m.s.l.m., porzione a NW in comune di Cavallirio e nella porzione a N comune di Boca. In tali aree sono stati effettuati diversi interventi sia di risemina dello strato erbaceo che di sostituzione della vegetazione messa a dimora. Si è curato in modo particolare la vegetazione autoctona spontanea con una attenta opera di manutenzione, cercando di contenere per quanto possibile l'insediamento della robinia.

Si riportano nelle pagine sottostanti alcune fotografie dell'area recuperata.

#### 7.3.3.1 *Tipologia interventi di recupero effettuati sulle scarpate*



*Figura 52 - Posa georete per inerbimento mediante idrosemina.*



*Figura 53 - interventi di idrosemina su scarpate.*



*Figura 54 - Risultati intervento di idrosemina ottenuti nel breve periodo lato N.*



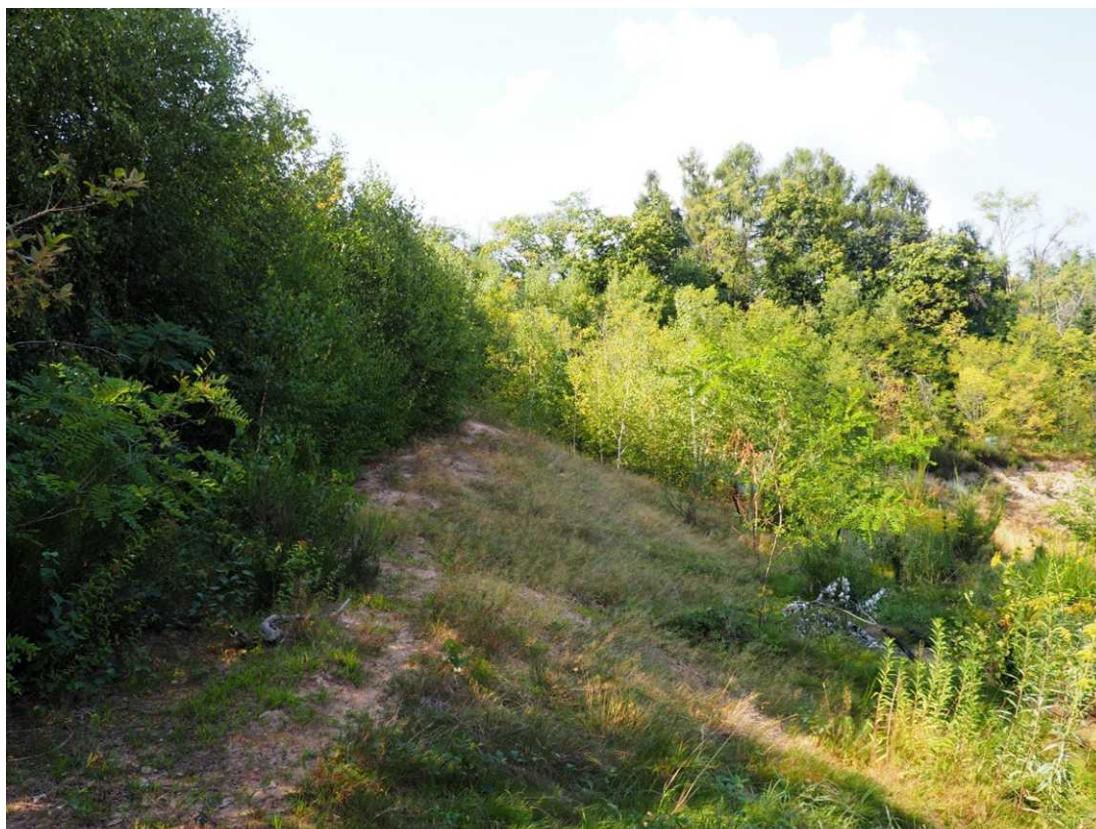
*Figura 55 - Risultati ottenuti al termine dell'intervento di recupero lato N.*



*Figura 56 - Sviluppo vegetazione autoctona scarpata a monte, lato N.*



*Figura 57 - Scarpate recuperate lato N.*



*Figura 58 - Scarpate recuperate, lato W.*



Figura 59 - Presenza di funghi su scarpata recuperata, lato W.

#### 7.3.4 Area recuperate a seguito intervento di compensazione ambientale

Le aree boscate individuate in fase progettuale determinanti il vincolo del dlgs 42/2004 erano site nel settore sud e sud-ovest del cantiere minerario.



Figura 60 – Foto aerea con localizzazione aree tipologiche della vegetazione forestale abbattuta.

Le aree boscate attualmente sono prive di copertura forestale, a seguito degli scavi effettuati. Come previsto dalla normativa vigente, sono state interamente eseguite le opere di compensazione forestale previste (Comunicazione semplice ISTANZA 2017/38311; ultimazione intervento in data 8/5/2018; Collaudo – 23/5/2018); in particolare la superficie di bosco abbattuta era quantificata in 1,73 ha, a fronte di opere di miglioramento forestale su una superficie di 5,19 ha.

Il progetto di compensazione forestale approvato consisteva nei lavori di miglioramento forestale con imboschimento, così distinto:

- interventi di diradamento boschivo in robinieto (2.405 ha), castagneto (1.97 ha), e alneto (0.879 ha) per un totale di 5.19 ha;
- interventi di sostituzione di specie nell'area del robinieto con impianti di specie autoctone come da All. C del reg. forestale;
- interventi di taglio selettivo di *Q. rubra*.

L'area interessata riguardava mappali in totale disponibilità della Società Minerali industriali S.r.l. in comune di Boca.



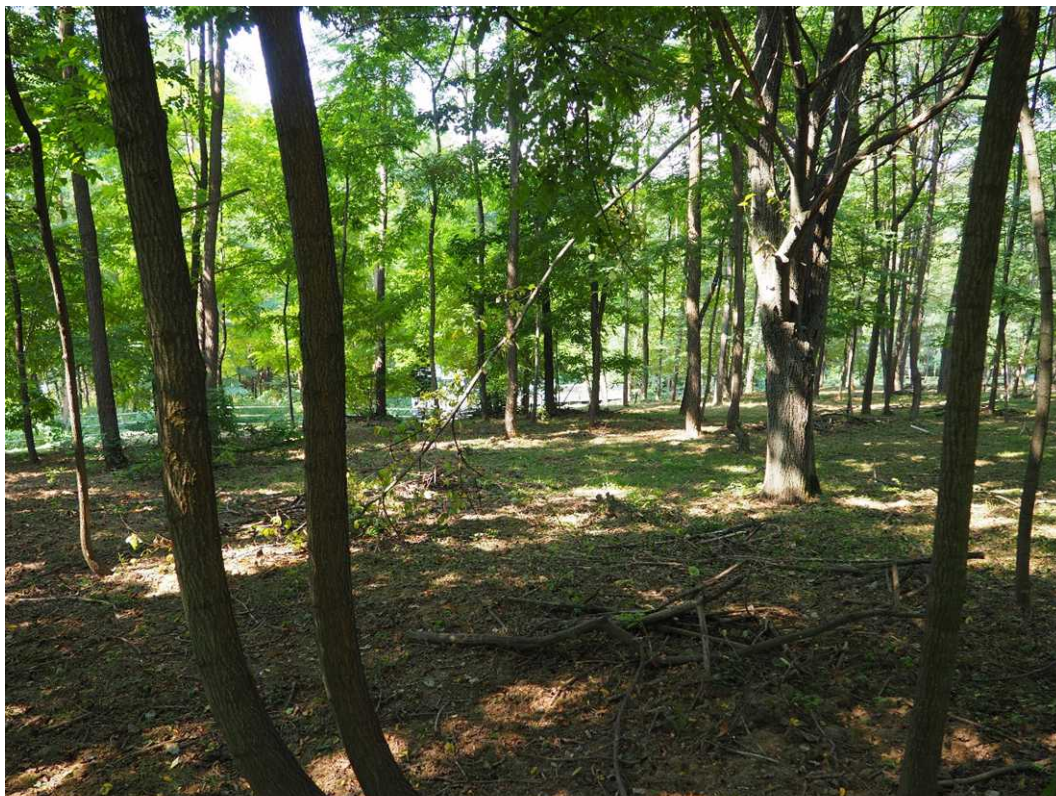
*Figura 61 - Area in corso di sistemazione in accordo con comune di Boca – Creazione punto di partenza per corso forestale.*



*Figura 62 - Area di compensazione forestale recuperata e collaudata, con recinzione elettrificata.*



*Figura 63 - Area di compensazione forestale recuperata e collaudata. Sono visibili le nuove piantumazioni con shelter, più volte sostituite a causa dei danni provocati dagli ungulati nonostante la posa di una recinzione elettrica.*



*Figura 64 - Opere di compensazione forestale eseguite e collaudate in area boscata.*

Al di fuori dell'area di scavo autorizzata, nella zona stralciata in fase di rinnovo, proseguono i lavori di mantenimento della messa in pristino del Settore Est, consistenti nel taglio delle varietà arboree infestanti che possano ostacolare l'accrescimento delle specie piantate in precedenza.



*Figura 65 - Panoramica dell'area stralciata.*

### 7.3.5 Area in corso di ripristino morfologico e recupero ambientale

Le aree in corso di recupero vegetazionale comprendono le aree in giallo:

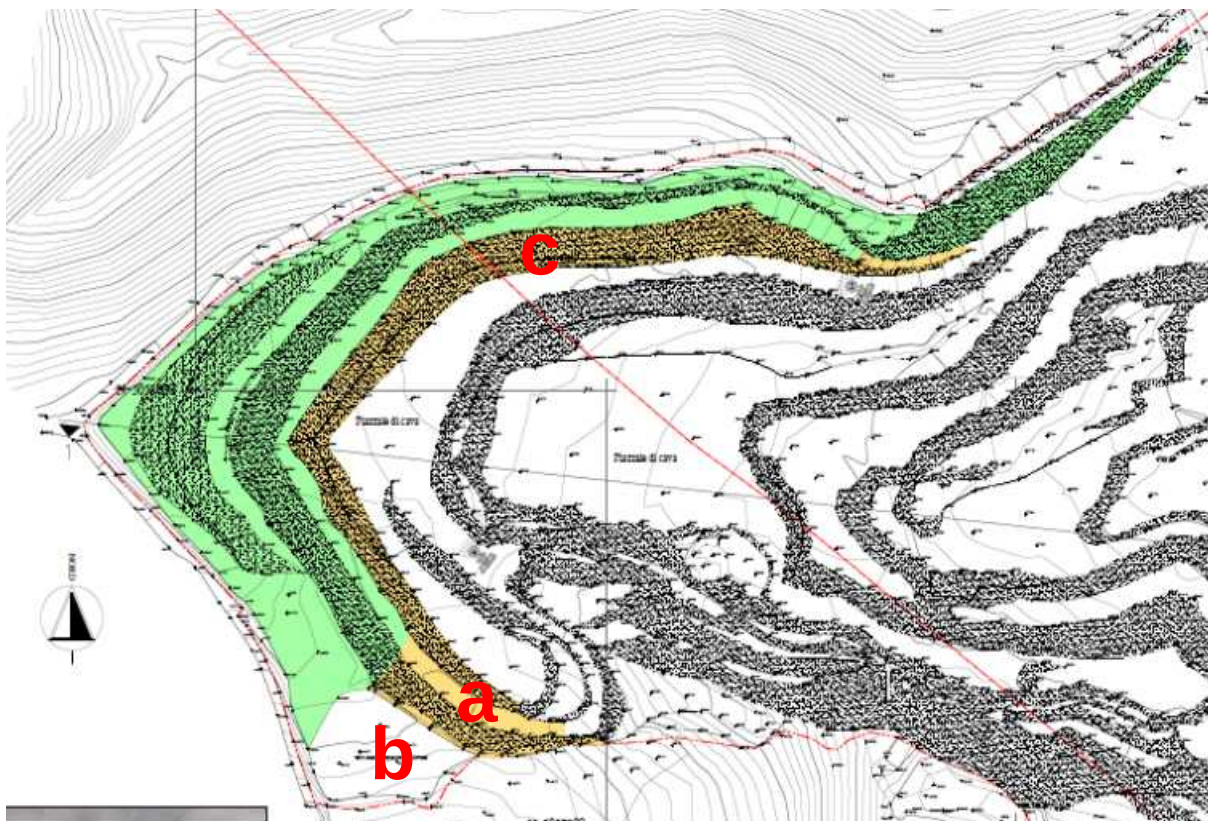


Figura 66 - Estratto Tav.0.3 recupero morfologico area SW.

- a) scarpate poste tra quota 414 e 410 m.s.l.m. nella porzione a NW in comune di Cavallirio avente una superficie di circa 560 mq;
- b) la porzione a monte di quest'area avente un'area di circa 780 mq, non è interessata dai lavori di scavo e rimane boscata;
- c) porzione a N del piazzale di cava ricadente parte in comune di Cavallirio e parte in comune di Boca. Tra quota 408 e 400 m.s.l.m. Si estende su una superficie di circa 1.985 mq;

Gli interventi di recupero morfologico così come descritto nel Cap. 4.3 comprendono il riporto di materiale sterile sui gradoni riprofilando le scarpate di nuova formazione con un massimo di 36° gradi. Sulla nuova superficie ottenuta è stato riportato uno strato di terreno fertile di scotico avente uno spessore medio di 30 cm. Per evitare erosioni si è provveduto a stendere una rete di iuta fissata con picchetti in ferro sulle scarpate.



*Figura 67 - Operazioni di ripristino morfologico scarpate a N: Riporto sterile – riprofilatura scarpate con angolo massimo di 36° – riporto terreno sterile.*



*Figura 68 - Operazioni di ripristino morfologico scarpate a N: posa rete iuta biodegradabile.*



Figura 69 - Operazioni di recupero vegetazionale: 1) operazioni di idrosemina; 2) piantumazione talee.

d) Area a monte bacino di decantazione

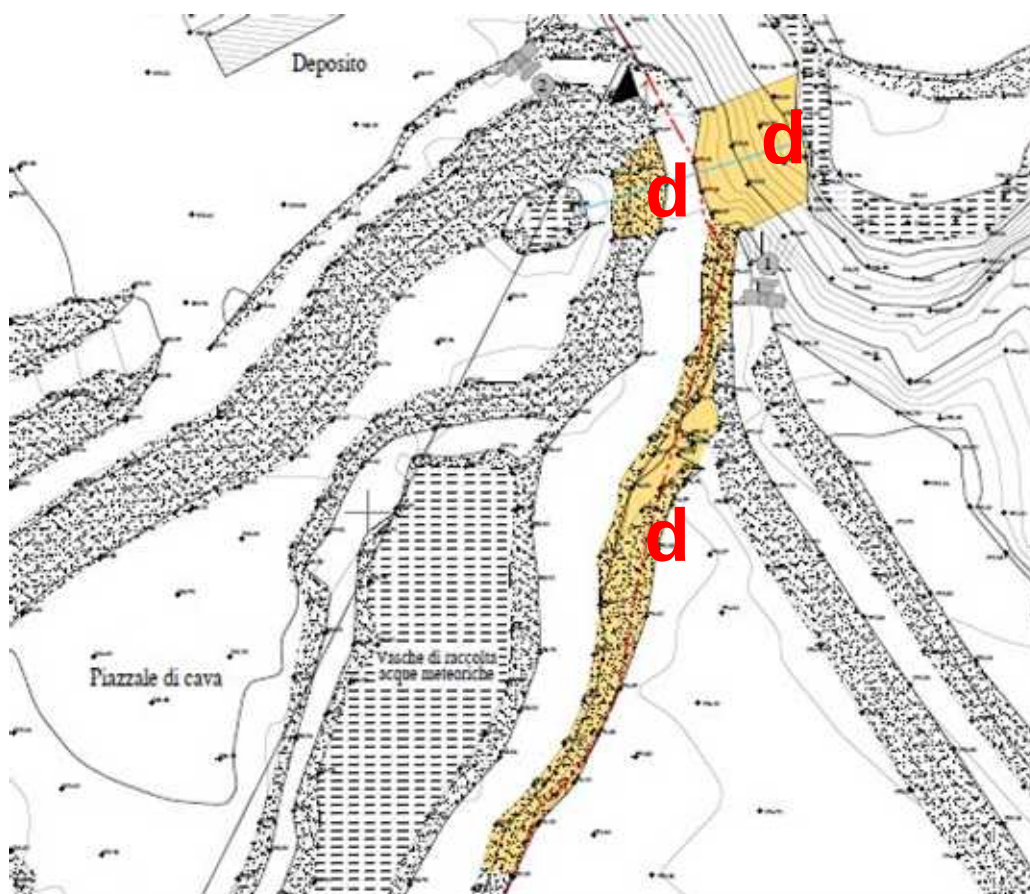


Figura 70 – Estratto Tavola 3

Gli interventi hanno interessato l'area circostante il bacino di decantazione con rinforzo del rilevato mediante rivestimento in massi cementati nella porzione a valle con costruzione di sifone e messa in opera di tubazione interrata di scarico delle acque chiarificate, smaltite nel sottostante rio Baulè. Si è inoltre posizionata la rete biodegradabile per il contenimento delle erosioni sia a monte che a valle e piantumato una siepe di *Lauro nobilis* sul rilevato avente funzioni di protezione e contenimento polveri. La superficie recuperata sotto l'aspetto morfologico e parzialmente sotto l'aspetto vegetazionale (solo inerbimento mediante idrosemina) è stata quantificata in circa 585 mq.



Figura 71 - Operazioni di ripristino morfologico a monte del bacino di decantazione.



*Figura 72 - Operazioni di ripristino vegetazionale con impianto siepe di Lauro nobilis, e inerbimento mediante idrosemina a monte del bacino di decantazione.*

## **8     *RELAZIONE SCHEMATICA DI OTTEMPERANZA***

Si riporta, nell'appendice "F", una relazione schematica di ottemperanza alle condizioni contenute nella Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte n° 22-2298 del 4 luglio 2011 (App. A) e nella Determinazione n° 250 del 06/06/2017 (App. B).

# **APPENDICE A**

**Deliberazione dalla Giunta Regionale del Piemonte  
n° 22-2298 del 4 luglio 2011**



**REGIONE  
PIEMONTE**

**GIUNTA REGIONALE**

Verbale n. 78

Adunanza 4 luglio 2011

L'anno duemilaundici il giorno 4 del mese di luglio alle ore 11:55 in Torino presso la Sede della Regione, Piazza Castello n.165, nella apposita sala delle adunanze di Giunta, si è riunita la Giunta Regionale con l'intervento di ~~Roberto COTA~~ Presidente, ~~Ugo CAVALLERA~~ Vicepresidente e degli Assessori William CASONI, Alberto CIRIO, Michele COPPOLA, Massimo GIORDANO, Elena MACCANTI, Claudia PORCHIETTO, Giovanna QUAGLIA, Roberto RAVELLO, Claudio SACCHETTO, ~~Barbara BONINO~~, con l'assistenza di Roberta BUFANO nelle funzioni di Segretario Verbalizzante.

Sono assenti il Presidente COTA, il Vicepresidente CAVALLERA e l' Assessore BONINO

(Omissis)

**D.G.R. n. 22 - 2298**

**OGGETTO:**

L.r. 40/1998. Giudizio di compatibilita' ambientale ai sensi dell'art. 12 l.r. 40/1998 inerente il "Rinnovo per anni quindici della Concessione mineraria denominata "SAN GRATO" sita nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO)", presentato dalla Soc. Minerali Industriali S.p.A. con sede in Novara (NO).

A relazione dell' Assessore RAVELLO:

In data 29 ottobre 2009 il sig. Davide Sandrin, in qualità di Procuratore della Società Minerali Industriali S.p.A., con sede legale in Piazza Martiri della Libertà n. 4 - Novara (NO), ha presentato domanda di pronuncia di compatibilità ambientale e contestuale attivazione del procedimento di valutazione di incidenza al Nucleo centrale dell'organo tecnico regionale ai sensi dell'art. 12 della l.r. 40/1998, relativamente al progetto di "Rinnovo della Concessione mineraria denominata "San Grato", per caolino, terre con grado di refrattarietà superiore a 1630 °C, argille per porcellane e terraglia forte, feldspati e associati sita nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO)", allegando gli elaborati richiesti dall'art. 12, comma 1 della legge stessa.

Contestualmente, ha provveduto, ai sensi dell'art. 12, comma 2, lettera a) della l.r. 40/1998, al deposito di copia degli elaborati progettuali, dello studio di impatto ambientale e della sintesi in linguaggio non tecnico presso l'Ufficio di deposito progetti regionale di via Principe Amedeo, n. 17 in Torino.

Successivamente, in data 11 novembre 2009, il proponente ha perfezionato gli adempimenti di cui all'art. 12, comma 2 della l.r. 40/1998, con la pubblicazione di nuovo avviso al pubblico sul quotidiano "Il Giornale" (inserto: "Il Giornale del Piemonte") dell'11 novembre 2009 ad integrazione del precedente avviso, pubblicato sul medesimo quotidiano in data 29 ottobre 2009, determinando così l'inizio della fase di valutazione.

Il progetto presentato, relativo all'attuazione di attività di miniera, rientra nella categoria progettuale n. 8 dell'allegato A1 alla l.r. 40/1998 "Attività di coltivazione di minerali solidi".

Il Nucleo Centrale dell'Organo tecnico regionale, individuato con d.g.r. n. 21-27037 del 12 aprile 1999, come previsto dall'art. 7 comma 3 della l.r. 40/1998 e specificato dalla d.g.r. citata, verificate la natura e le caratteristiche dell'opera, ha individuato la Direzione regionale Attività Produttive, quale struttura regionale responsabile del procedimento in oggetto, nonché le strutture regionali interessate all'istruttoria, in relazione alle componenti ambientali interessate ed alle specifiche competenze significative per l'approccio integrato all'istruttoria.

La Direzione Attività Produttive, ha provveduto a dare notizia dell'avvenuto deposito del progetto sul Bollettino Ufficiale della Regione n. 48 del 3 dicembre 2009 e dell'avvio del procedimento della Fase di Valutazione della procedura di VIA e della Valutazione d'Incidenza individuando il responsabile del procedimento ai sensi dell'articolo 4 e seguenti della legge 241/1990.

Il progetto di rinnovo della Concessione mineraria insiste su terreni precedentemente interessati dalla coltivazione per l'estrazione di riolite, apportando delle modifiche areali. In particolare, l'estensione delle aree interessate dai lavori minerari viene ridotta interessando 90.900 m<sup>2</sup> del rinnovo, contro i 112.900 m<sup>2</sup> della precedente concessione, con lo stralcio di aree nel settore Est. La coltivazione avverrà per fette orizzontali discendenti e configurazione finale a gradoni con pedate di 5 m ed alzate di 8 m. La quota di massimo scavo è pari a 360 metri s.l.m., coincidente con quella della precedente concessione. Contestualmente ai lavori di coltivazione mineraria, saranno realizzati gli interventi di recupero ambientale delle aree che hanno raggiunto la configurazione finale.

Con riferimento all'attivazione del procedimento di valutazione di incidenza, di cui al D.P.R. 357/97 e s.m.i., il proponente ha presentato specifica istanza in quanto parte della Concessione mineraria ricade all'interno del SIC IT1120003 "Monte Fenere". Poiché, peraltro, i lavori di ampliamento in progetto non interessano nello specifico Aree naturali protette e siti facenti parte della *Rete Natura 2000*, il Settore regionale competente Pianificazione e Gestione delle Aree Naturali Protette della direzione regionale Ambiente, con nota prot. n. 20283/DB10.10 del 27.05.2010, ha escluso il progetto in oggetto dalla procedura di Valutazione di incidenza.

La realizzazione del progetto presentato prevede lo sviluppo della coltivazione in tre fasi temporali della durata ciascuna di cinque anni.

Il Piano di Gestione dei Rifiuti di estrazione, redatto ai sensi dell'art. 5 del D.lgs. 117/08, prevede il riutilizzo all'interno dell'area dello sterile (oltre che del terreno vegetale) ai fini del recupero ambientale per il rimodellamento delle scarpate. Le strutture di deposito per tali materiali avranno una durata non superiore ai 3 anni.

Il progetto di recupero ambientale prevede, oltre al reinserimento dell'area nel contesto ecologico e territoriale finalizzato alla mitigazione dell'impatto visivo, anche la creazione di ecosistemi che predispongano l'area interessata dai lavori, in un periodo ragionevolmente breve, alla creazione di condizioni di vita favorevoli (ecosistemi) all'insediamento delle componenti vegetali ed animali autoctone.

Il responsabile del procedimento, attuando quanto previsto dagli articoli 12 e 13 l.r. 40/1998, ha avviato la Conferenza di Servizi con i soggetti territoriali ed istituzionali interessati di cui all'articolo 9 della medesima l.r. 40/1998. Alla Conferenza è stato invitato a partecipare anche il proponente in attuazione del comma 6 dell'art. 13 della l.r. 40/98.

A seguito del deposito degli elaborati progettuali e dello studio di VIA non sono pervenute osservazioni da parte del pubblico.

In data 13 gennaio 2010, si è svolta la prima riunione della Conferenza di Servizi, con contestuale sopralluogo al sito di intervento. In tale seduta si è definito il cronoprogramma dell'istruttoria.

In data 24 febbraio 2010, con nota prot. n° 2158/DB1605, è stata trasmessa la richiesta di integrazioni risultante dalla Conferenza di Servizi suddetta.

Con prot. n° 2418/DB1605 del 2 marzo 2010, è stata acquisita la nota del 26 febbraio 2010 con la quale il richiedente, per tramite del suo consulente, ha rimesso alla struttura regionale responsabile del procedimento la documentazione progettuale già presentata al Settore regionale Gestione Beni Ambientali. Tale rimessa veniva giustificata a seguito di nota prot. n° 7283/0814 del 19 febbraio 2010.

Con nota prot. n° 2558/DB1605 del 4 marzo 2010 la struttura regionale responsabile del procedimento trasmetteva al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, alla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le Province di Novara, Alessandria e Verbano-Cusio.Ossola, alla Direzione regionale Programmazione Strategica, Politiche Territoriali ed Edilizia – Settore Attività di Gestione e Valorizzazione del Paesaggio, la documentazione acquisita con prot. n° 2418/DB1605 del 2 marzo 2010 per il seguito di competenza di cui all'art. 146 d.lgs. 42/2004 così come modificato dal d.lgs. 63/2008 – commi 15 e 5.

A tale nota sono seguite:

- Nota prot. n° 16279/DB08.14 del 21.04.2010 del Settore regionale Attività di Gestione e Valorizzazione del Paesaggio;
- Nota prot. n° 1905 del 12.05.2010 del Comune di Boca;
- Nota prot. n° 3774 pos. IV 1/5-19 del 24.05.2010 del Corpo Forestale dello Stato – Comando Provinciale di Novara;
- Nota prot. n° 2014 del 04.05.2010 della Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le Province di Novara, Alessandria e Verbano-Cusio.Ossola.

A quest'ultima nota è seguita risposta della struttura regionale responsabile del procedimento – prot. n° 5724/DB1605 del 18 maggio 2010.

In data 31 maggio 2010, si è svolta la seconda riunione della Conferenza di Servizi in cui si è esaminata, congiuntamente ai contributi dei soggetti coinvolti nell'istruttoria, la documentazione integrativa presentata. In particolare sono stati acquisiti i seguenti contributi con relativi pareri di competenza:

- Nota prot. n° 1905 del 12.05.2010 del Comune di Boca;
- Nota prot. n° 2014 del 04.05.2010 della Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le Province di Novara, Alessandria e Verbano-Cusio.Ossola;
- Nota di risposta della struttura regionale responsabile del procedimento – prot. n° 5724/DB1605 del 18 maggio 2010;
- Nota prot. n° 3774 pos. IV 1/5-19 del 24.05.2010 del Corpo Forestale dello Stato – Comando Provinciale di Novara;
- Anticipo via e-mail della relazione di contributo tecnico scientifico di ARPA Piemonte;
- Anticipo via e-mail del contributo da parte della Direzione regionale Ambiente.

Successivamente alla seconda riunione della Conferenza di Servizi sono pervenuti i seguenti contributi/pareri:

- Nota prot. n° 1653 del 28.05.2010 del Comune di Cavallirio;

- Nota prot. n° 23449/DB08.14 del 08.06.2010 del Settore regionale Attività di Gestione e Valorizzazione del Paesaggio;
- Contributi tecnico scientifici di ARPA Piemonte prot. n° 59233/AT03 del 28.05.2010 e prot. n° 59485 del 28.05.2010.

Con note del 30.07.2010 e succ. 25.10.2010, la Società proponente ha richiesto la sospensione del procedimento fino al 28 gennaio 2011.

In data 10.01.2011, la Società proponente ha richiesto un'ulteriore proroga della sospensione dei termini del procedimento di 90 giorni.

Con nota prot. n° 290 del 19.01.2011, la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le Province di Novara, Alessandria e Verbano-Cusio-Ossola ha trasmesso il proprio parere favorevole alle strutture regionali.

Con nota prot. n° 4120/DB0814 del 02.02.2011, il Settore regionale Attività di Gestione e Valorizzazione del Paesaggio riportava, previa una disamina della situazione riscontrata dal Settore stesso, una richiesta di documentazione e modalità operativa relativamente al rilascio dell'autorizzazione.

Con nota prot. n° 1324/DB1605 del 10.02.2011, il Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva comunicava l'intenzione di procedere alla conclusione dell'iter recependo favorevolmente la prevista autorizzazione del Settore regionale Attività di Gestione e Valorizzazione del Paesaggio ai sensi dell'art. 14 ter, c. 7 della legge 241/1990.

In conclusione, alla luce di tutta la documentazione presentata, di quanto evidenziato dagli approfondimenti tecnici condotti nel corso dell'istruttoria dall'Organo Tecnico con il supporto tecnico-scientifico dell'ARPA e dalle risultanze della Conferenza di Servizi si ritiene che per la realizzazione dell'intervento proposto, subordinatamente al rispetto di specifiche prescrizioni, volte a contenere e mitigare gli impatti indotti in corso di coltivazione e ad ottimizzare l'intervento estrattivo, sussistano i presupposti di compatibilità ambientale per le motivazioni di seguito evidenziate:

- la coltivazione del giacimento minerario che, a seguito della classificazione ai sensi del R.D. 1443/1927 e s.m.i. è parte del patrimonio indisponibile dello Stato, riveste carattere di pubblico interesse in quanto fondamentale per specifici settori dell'industria, in quanto dal materiale scavato si ricava una vasta gamma di prodotti che rappresentano materia prima indispensabile in diversi campi industriali;
- la Gestione dei Rifiuti di estrazione, così come riportata nel Piano predisposto ai sensi del D. lgs. 117/08, offre le garanzie previste dal citato Decreto;
- per la prosecuzione dell'attività estrattiva vengono utilizzate tecniche di coltivazione e di recupero ambientale che garantiscono le capacità riproduttive delle risorse naturali coinvolte consentendo nel contempo il raggiungimento di risultati positivi in termini produttivi e di ricaduta occupazionale;
- il cronoprogramma dei lavori consente la realizzazione degli interventi di recupero ambientale in stretta successione temporale con i lavori di coltivazione e realizza nel contempo la riqualificazione ambientale di fronti esauriti e non ancora sottoposti a recupero ambientale;
- gli interventi di recupero ambientale da realizzare in parte con moderne tecniche di ingegneria naturalistica sono finalizzati al reinserimento dell'area nel contesto ecologico e territoriale e il mascheramento dell'area di miniera è stato elaborato per consentire una riduzione della discontinuità paesaggistica che verrà a crearsi in seguito ai lavori di coltivazione;

Visto il r.d. 29 luglio 1927, n. 1443;

vista la l.r. 9 agosto 1989, n. 45;

vista la l.r. 14 dicembre 1998, n. 40;

vista la l.r. 26 aprile 2000, n. 44;

visto il d.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42;

per tutto quanto sopra esposto ed accogliendo le proposte dei relatori, la Giunta Regionale, con voto unanime espresso nelle forme di legge,

### d e l i b e r a

di esprimere giudizio positivo di compatibilità ambientale in merito al "Progetto di rinnovo per anni quindici della Concessione mineraria denominata "SAN GRATO" per caolino, terre con grado di refrattarietà superiore a 1630 °C, argille per porcellane e terraglia forte, feldspati e associati sita nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO).", presentato dalla Soc. Minerali Industriali S.p.A. con sede in Novara (NO) Piazza Martiri della Libertà 4, comprensivo delle autorizzazioni ambientali ed urbanistiche nonché di quelle necessarie alla realizzazione, in quanto la sua attuazione risulta sostenibile per le motivazioni di seguito evidenziate:

- la coltivazione del giacimento minerario che, a seguito della classificazione ai sensi del R.D. 1443/1927 e s.m.i. è parte del patrimonio indisponibile dello Stato, riveste carattere di pubblico interesse in quanto fondamentale per specifici settori dell'industria, in quanto dal materiale scavato si ricava una vasta gamma di prodotti che rappresentano materia prima indispensabile in diversi campi industriali;
- la Gestione dei Rifiuti di estrazione, così come riportata nel Piano predisposto ai sensi del D. lgs. 117/08, offre le garanzie previste dal citato Decreto;
- per la prosecuzione dell'attività estrattiva vengono utilizzate tecniche di coltivazione e di recupero ambientale che garantiscono le capacità riproduttive delle risorse naturali coinvolte consentendo nel contempo il raggiungimento di risultati positivi in termini produttivi e di ricaduta occupazionale;
- il cronoprogramma dei lavori consente la realizzazione degli interventi di recupero ambientale in stretta successione temporale con i lavori di coltivazione e realizza nel contempo la riqualificazione ambientale di fronti esauriti e non ancora sottoposti a recupero ambientale;
- gli interventi di recupero ambientale da realizzare in parte con moderne tecniche di ingegneria naturalistica sono finalizzati al reinserimento dell'area nel contesto ecologico e territoriale e il mascheramento dell'area di miniera è stato elaborato per consentire una riduzione della discontinuità paesaggistica che verrà a crearsi in seguito ai lavori di coltivazione.

Il giudizio positivo di compatibilità ambientale, per contenere e mitigare gli impatti indotti in corso di coltivazione e per ottimizzare l'intervento, è valido subordinatamente al rispetto delle prescrizioni e condizioni di carattere ambientale, minerario e per il recupero ambientale, elencate nell'allegato tecnico (Allegato A), facente parte integrante della presente deliberazione.

Il progetto deve essere completato, come da cronoprogramma presentato, entro quindici anni dalla data di adozione della determina di Concessione mineraria con contestuale riduzione d'area ai sensi del R.D. 1443/1927 e s.m.i..

Copia della presente deliberazione sarà inviata al proponente e a tutti i soggetti interessati, al Ministero competente per quanto concerne l'autorizzazione d.lgs. 42/2004, nonché depositata presso la Direzione regionale Attività Produttive e presso l'Ufficio Deposito Progetti della Regione.

Avverso al presente atto deliberativo è ammesso, da parte dei soggetti legittimati, proposizione di ricorso giurisdizionale avanti il Tribunale Amministrativo Regionale per il Piemonte entro il termine di sessanta giorni dalla data di ricevimento del presente atto o della piena conoscenza, ovvero Ricorso Straordinario al Capo dello Stato entro centoventi giorni dalla data di cui sopra.

La presente deliberazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte ai sensi dell'art. 61 dello Statuto, dell'art. 5 della l.r. 22/2010 e dell'art. 12, comma 8 della l.r. 40/1998.

(Omissis)

L'Assessore incaricato  
a presiedere la seduta  
William CASONI

Direzione Affari Istituzionali  
e Avvocatura  
Il funzionario verbalizzante  
Roberta BUFANO

Estratto dal libro verbali delle deliberazioni assunte dalla Giunta Regionale in adunanza 4 luglio 2011.

rs/ 

**Allegato A**

**Progetto di coltivazione della miniera denominata "San Grato" sita nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO) per il rinnovo della concessione mineraria per caolino, terre con grado di refrattarietà superiore a 1630 °C, argille per porcellane e terraglia forte, feldspati e associati, presentato dalla Soc. Minerali Industriali S.p.A. con sede in Novara (NO) Piazza Martiri della Libertà 4.**  
**ALLEGATO TECNICO.**

Ai fini della coltivazione della miniera e del recupero ambientale la Società proponente è tenuta ad ottemperare alle seguenti prescrizioni tecniche:

1. nessun lavoro di coltivazione è ammesso a quote inferiori a 360 m e a quote superiori a 423,30 m s.l.m.;
2. la coltivazione sia attuata procedendo dall'alto verso il basso nel rispetto delle distanze di salvaguardia e della configurazione delle scarpate prevista al termine della coltivazione;
3. la coltivazione avvenga per fette orizzontali discendenti dall'alto verso il basso con profilo finale a gradoni secondo le indicazioni di progetto;
4. i fossi di scolo per la regimazione delle acque superficiali e le vasche di decantazione siano oggetto di periodici interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria per conservare la loro funzionalità;
5. in fase di coltivazione devono essere adottate tutte le misure previste dalla vigente normativa in materia di abbattimento delle polveri; in particolare, il piazzale e le strade di servizio interne all'area di coltivazione, devono essere costantemente umidificate;
6. estrema attenzione dovrà essere posta alla riprofilatura dei fronti di scavo residui in copertura detritica, i quali dovranno presentare pendenze adeguate alle caratteristiche geotecniche dei materiali;
7. al fine della verifica dell'effettivo rispetto dei limiti acustici, il proponente dovrà effettuare, durante la fase di coltivazione della miniera, campagne di monitoraggio presso i ricettori sensibili, come previsto al punto "8, Verifica in fase di esercizio" della relazione di impatto acustico; le modalità di

effettuazione di tali campagne devono essere preventivamente concordate con il Settore regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva e con ARPA Piemonte.

8. con scadenza quinquennale, il proponente è tenuto a presentare al Settore regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva ed all'ARPA una relazione relativa all'avanzamento dei lavori minerari rispetto alla produzione di terreno di scotico e di materiale da riempimento, allo stoccaggio dei materiali e dei suoli, all'approvvigionamento di materiale dall'esterno e all'avanzamento dei lavori di sistemazione ambientale;
9. prima della messa in dimora del materiale di origine esterna alla miniera, ai fini del recupero ambientale, dovrà essere trasmessa la documentazione prevista dalla vigente normativa in materia anche al Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva;
10. il terreno vegetale e la copertura di materiale sterile devono essere accantonati separatamente nelle aree individuate nella planimetria esplicativa del cronoprogramma annuale di recupero ambientale compresa nella relazione tecnica integrativa; i cumuli del terreno vegetale da predisporre con spessori massimi di 3 metri dovranno essere opportunamente inerbiti;
11. le Amministrazioni competenti si riservano di prescrivere eventuali modifiche alle opere di recupero ambientale al fine di ottimizzare i relativi interventi;
12. siano conservati campioni dei singoli affioramenti delle aree di coltivazione autorizzate;
13. il concessionario sia tenuto a fornire ai funzionari del Settore Regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva tutti i mezzi necessari per visitare i lavori ed a comunicare i dati statistici e le indicazioni che venissero richieste; in particolare nei dati statistici mensili che la concessionaria è tenuta ad inviare, oltre ai volumi coltivati, deve essere indicato il tipo di utilizzo commerciale del materiale venduto indicando per ogni singolo uso il rispettivo quantitativo e la provenienza nell'ambito della miniera;
14. la Società sia tenuta a porre in opera capisaldi quotati in numero non inferiore a 6 (sei) ubicando i medesimi in posizione idonea per consentire il controllo dell'evoluzione dei lavori ed entro 60 giorni dal giudizio positivo di compatibilità dovrà essere trasmessa al Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva della Regione Piemonte l'esatta ubicazione e la quota di ogni caposaldo, nonché le monografie degli stessi
15. inoltre il concessionario è tenuto:
  - a. ad ottemperare oltre a quanto già previsto dal R.D.1443/1927, dal D.P.R. 128/1959 anche ad altre eventuali nuove norme concernenti la conduzione della miniera;



- b. ad inviare al Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva ai sensi degli artt. 6, 7, 8 e 20 del D. lgs. 624/1996 e degli artt. 6, 24, 25, 26, 27, 28, del D.P.R. 128/59, così come modificato dal D. lgs. 624/96, denuncia di esercizio con i nominativi del Direttore Responsabile, dei Sorveglianti, del Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione e del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza nonché il Documento di Sicurezza e Salute (D.S.S.) eventualmente coordinato;
- c. ad inviare ai sensi degli artt. 37, 41, 42 e 43 del D.P.R. 128/1959 entro il mese di settembre di ogni anno il consuntivo dei lavori di coltivazione e di recupero ambientale eseguiti e il preventivo per l'anno successivo;
- d. inviare entro il 31 marzo di ogni anno copia dei piani topografici aggiornati alla data del 31 dicembre precedente;
- e. entro il mese di dicembre di ogni anno sia inviata relazione in merito alla commercializzazione del materiale coltivato nell'area di ampliamento della concessione specificandone le caratteristiche mineralogiche.

Per quanto riguarda la tettoia di copertura dell'impianto di trattamento, questa potrà essere realizzata solo a seguito dell'acquisizione, da parte del concessionario, di tutte le autorizzazioni previste per legge



# **APPENDICE B**

**Determinazione n° 250 del 06/06/2017  
(Settore Polizia mineraria, cave e miniere)**

Direzione COMPETITIVITA' DEL SISTEMA REGIONALE

Settore Polizia mineraria, cave e miniere

DETERMINAZIONE NUMERO: 250

DEL: 06/06/2017

Codice Direzione: A19000

Codice Settore: A1906A

Legislatura: 10

Anno: 2017

Non soggetto alla trasparenza ai sensi Artt. 15-23-26 del decreto trasparenza

Firmatario provvedimento: EDOARDO GUERRINI

### Oggetto

R.D. 1443/1927. Rinnovo della Concessione Mineraria denominata "San Grato" situata nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallierio (NO). Richiedente: Minerali Industriali S.r.l.. Codice C101N.

Visto:

il R.D. 29 luglio 1927, n. 1443: "Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere";

il D.P.R. 382/1994 sulla "Disciplina dei procedimenti di conferimento dei permessi di ricerca e di concessioni di coltivazione di giacimenti minerari di interesse nazionale e di interesse locale";

il D.P.R. 128/1959 sulle "Norme di Polizia delle miniere, cave e torbiere" e le modifiche ed integrazioni introdotte dal D.lgs. 624/1996 di recepimento delle Direttive dell'Unione Europea in materia di sicurezza e igiene dei lavoratori nelle attività estrattive;

il D.lgs. n. 117/2008 sulla "Attuazione della direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive e che modifica la direttiva 2004/357CE";

visto il Decreto del Distretto Minerario di Torino n. 168/2000 del 8 febbraio 2001 con il quale è stata conferita la Concessione mineraria "San Grato" alla Società MAFFEI S.r.l. estesa su di un'area di 149 ettari, 59 are nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO);

vista la D.D. n. 285 del 2 novembre 2009 con la quale la suddetta Concessione mineraria è stata trasferita ed intestata alla Società Minerali Industriali S.r.l.;

la Deliberazione della Giunta regionale del Piemonte n. 22-2298 del 4 luglio 2011, assunta ai sensi dell'art. 13 l.r. 40/1998, con la quale è stato espresso il giudizio positivo di compatibilità ambientale in merito al progetto di coltivazione e recupero ambientale della concessione mineraria "San Grato" situata nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO), sviluppato per un arco temporale previsto in 15 anni dalla data dell'autorizzazione;

la determinazione dirigenziale n. 111 del 20 dicembre 2012, con la quale è stato accordata la Concessione mineraria per minerali di caolino, argille con grado di refrattarietà superiore a 1630 °C, argille per porcellana e terraglia forte, feldspati e associati denominata "San Grato", situata nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO), estesa su di una superficie di ettari 149 e 59 are, per la durata di anni 5 (cinque) a decorrere dal 4 luglio 2011 alla Società Minerali Industriali S.r.l.;

il comma 5 dell'art. 33 della l.r. 23/2016 che ha esteso l'obbligo di presentare la garanzia fidejussoria per il recupero ambientale anche alle concessioni di coltivazione di minerali appartenenti alla categoria delle miniere definita dal sopra citato R.D. 1443/1927;

l'istanza in data 14 marzo 2016 con la quale la Società Minerali Industriali S.r.l. (C.F. e P.I. 01661310035) con sede legale e amministrativa in Novara (NO), Piazza Martiri della Libertà n. 4, in persona del rappresentante legale Ing. Giorgio Bozzola, nato a Novara (NO) il 19 luglio 1964 e domiciliato per la carica presso la Società Minerali Industriali S.r.l., ha chiesto il rinnovo della Concessione Mineraria situata in località "San Grato" nel territorio dei Comuni di Boca e Cavallirio (NO), per la prosecuzione della coltivazione di minerali di caolino, argille con grado di refrattarietà superiore a 1630 °C, argille per porcellana e terraglia forte, feldspati e associati, per un periodo di 5 anni;

la polizza fidejussoria n. 153263368 del 12 maggio 2017 stipulata in ottemperanza al comma 5 dell'art. 33 della l.r. 23/2016 con beneficiario la Regione Piemonte, inviata in data 18 maggio 2017 al Settore regionale Polizia Mineraria, Cave e Miniere;

considerato che:

L'annuncio relativo all'istanza è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 3 del 19 gennaio 2017 e l'istanza è stata affissa all'Albo Pretorio on line dei Comuni territorialmente interessati per quindici giorni consecutivi a decorrere dalla data suddetta con referto senza osservazioni ed opposizioni;

la domanda di rinnovo è relativa al secondo quinquennio del progetto di coltivazione e recupero ambientale approvato con D.G.R. n. 22-2298 del 4 luglio 2011;

l'area oggetto di concessione mineraria non si trova in zona soggetta al vincolo idrogeologico;

con provvedimento n. 2016/0007364 del 6 ottobre 2016 lo Sportello Unico per le Attività Produttive della città di Borgomanero, acquisite le autorizzazioni paesaggistiche n. 4/16 del 28 settembre 2016 del Comune di Boca e n. 1/16 del 30 settembre 2016 del Comune di Cavallirio, ha concluso positivamente il procedimento di autorizzazione ai sensi del D.lgs. 42/2004;

le sopra richiamate autorizzazioni paesaggistiche sono state inviate ai sensi dell'art. 159 del D.lgs. 42/2004 alla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Piemonte orientale e sono trascorsi i 60 giorni previsti dal comma 3 del suddetto articolo senza rilievi da parte del citato Ente;

la coltivazione del giacimento minerario costituito da caolino, argille con grado di refrattarietà superiore a 1630 °C, argille per porcellana e terraglia forte, feldspati e associati che, a seguito della classificazione del R.D. 1443/1927, è patrimonio indisponibile dello Stato e riveste

carattere di pubblica utilità in quanto fondamentale come materia prima indispensabile per l'industria (refrattari e manufatti in ceramica);

tutto ciò premesso:

vista la legge 16 maggio 1970, n. 281 "Provvedimenti finanziari per l'attuazione delle regioni a statuto ordinario";

vista la Legge 30 luglio 1990, n. 221 "Nuove Norme per l'attuazione della politica mineraria";

vista la Legge 24 dicembre 1993, n. 537, relativa ad interventi correttivi di finanza pubblica;

vista la Legge 23 dicembre 1994, n. 724, relativa a misure di razionalizzazione della finanza pubblica;

visto il D.lgs. 31 marzo 1998, n. 112: "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni e agli Enti Locali" e s.m.i.;

visti i D.D.P.P.C.M. 12 ottobre 2000, 13 novembre 2000 e 22 dicembre 2000 con i quali le funzioni amministrative in materia di miniere sono state conferite alle regioni;

vista la legge regionale 26 aprile 2000 n° 44 "Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112";

visti i commi 1, 3 lettera d) e 6 lettera d) dell'articolo 26 della legge regionale 17 novembre 2016 n. 23 sulla "Disciplina delle attività estrattive: disposizioni in materia di cave" che conferma nell'ordinamento regionale l'istituto delle "Tariffe del diritto di escavazione" a carico degli esercenti delle miniere, originariamente istituito dalla l.r. 21 aprile 2006 n. 14 "Legge finanziaria 2006", a fronte dei pregiudizi all'ambiente e alle infrastrutture pubbliche derivanti dall'esercizio dell'attività estrattiva.

Attestata la regolarità amministrativa del presente provvedimento ai sensi della D.G.R. 1-4046 del 17 ottobre 2016;

## IL DIRIGENTE

Visto il D. Lgs. n. 165/2001;

visto l'art. 17 della l.r. 23/2008;

## DETERMINA

1. Alla Ditta Minerali Industriali S.r.l., con sede legale e amministrativa in Novara (NO), Piazza Martiri della Libertà n. 4, C.F. e .P.I. 01661310035 è accordato il rinnovo della concessione mineraria denominata "San Grato" per minerali di caolino, argille con grado di refrattarietà superiore a 1630 °C, argille per porcellana e terraglia forte, feldspati e associati per anni 5 dalla data della presente determinazione.
2. L'area di concessione mineraria, avente l'estensione di ettari 149, are 59 (ettari centoquarantanove, are cinquantanove) resta invariata ed è quella descritta nel verbale di

delimitazione allegato al decreto del Distretto Minerario n. 168/2000 del 8 febbraio 2001 di conferimento della concessione mineraria.

3. Il titolare della concessione è tenuto ad ottemperare alle seguenti prescrizioni:
- a) corrispondere il diritto annuo anticipato a decorrere dalla data della presente determina di 3014,90 € (euro tremilaquattordici/90), pari a euro 43,07 per ettaro o frazione di ettaro di superficie della concessione mineraria, che sarà introitato sul capitolo 31710 del bilancio 2017 (accertamento n. 730/2017) mediante versamento sul Conto Corrente Postale n° 10364107 intestato alla "Tesoreria Regione Piemonte" o in alternativa mediante bonifico bancario sul conto corrente bancario n. 40777516 intestato "Tesoreria Regione Piemonte" IBAN: IT94V0200801044000040777516, con causale "Concessione mineraria "San Grato", Comuni di Boca e Cavallirio (NO)".
  - b) corrispondere ai comuni territorialmente interessati e alla Regione Piemonte le "Tariffe del diritto di escavazione" di cui ai commi 1, 3 lettera d) e 6 lettera d) dell'art. 26 della l.r. 23/2016, secondo le modalità definite dalla DGR n. 7-8070 del 28 gennaio 2008. L'importo è pari a € 0,57 al m<sup>3</sup> di materiale estratto nell'anno solare (di cui 70% spettanti ai Comuni e 30 % alla Regione Piemonte). Per la Regione Piemonte i versamenti devono essere effettuati sul capitolo di entrata numero 32485 denominato "Proventi derivanti dalle tariffe del diritto di escavazione (art. 26 l. r. n. 23/2016)" ed essere eseguiti con le modalità definite dalla citata D.G.R. n. 7-8070 del 28 gennaio 2008. I sopraccitati importi saranno aggiornati dall'Amministrazione Regionale come previsto dalle rispettive norme di riferimento.
  - c) dare corso ai lavori di coltivazione e di recupero ambientale secondo il programma e nel rispetto di tutte le prescrizioni contenute nella D.G.R. n. 22-2298 del 4 luglio 2011 e nei suoi allegati, con la quale è stato espresso il giudizio positivo di compatibilità ambientale in merito al progetto;
  - d) informare, ogni 12 mesi, il Settore regionale Polizia mineraria, cave e miniere sull'andamento dei lavori di coltivazione e sui risultati ottenuti;
  - e) conservare i campioni geologici rappresentativi dei terreni interessati dalle coltivazioni minerarie;
  - f) fornire ai funzionari del Settore regionale Polizia mineraria, cave e miniere tutti i mezzi necessari per visitare i lavori ed a comunicare i dati statistici e le informazioni che potranno essere richieste;
  - g) attenersi alle disposizioni di legge ed alle prescrizioni che venissero comunque impartite dall'Amministrazione competente, ai fini del controllo e della regolare esecuzione dei lavori, nonché della tutela dei pubblici interessi;
  - h) far pervenire al Settore regionale Polizia mineraria, cave e miniere, entro 3 (tre) mesi dalla data di ricevimento del presente atto, copia autentica della nota di avvenuta trascrizione all'Ufficio del Registro Immobiliare.
4. Nel caso i possessori dei fondi si oppongano ai lavori di coltivazione, il titolare potrà rivolgersi al Prefetto della Provincia per la necessaria assistenza.

La presente determinazione verrà inviata a tutti gli Enti interessati al procedimento di rinnovo della Concessione.

La presente determinazione fa salve le competenze di altri Organi ed Amministrazioni e comunque i diritti dei terzi.

Ai sensi della Legge 241/1990, avverso la presente determinazione può essere presentato ricorso giurisdizionale al Tribunale Amministrativo Regionale entro sessanta giorni dalla data di comunicazione e piena conoscenza dell'atto, ovvero ricorso straordinario al Capo dello Stato entro centoventi giorni dalla suddetta data, ovvero l'azione innanzi al Giudice Ordinario, per tutelare un diritto soggettivo, entro il termine di prescrizione previsto dal codice civile.

La presente determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte ai sensi dell'art. 61 dello Statuto e dell'articolo 5 della l.r. 22/2010.

Il Responsabile del Settore  
Dott. Edoardo GUERRINI



referente:   
Ing. Michelangelo Gilli/mcc



# **APPENDICE C**

## **Provvedimento conclusivo del procedimento Autorizzazione paesaggistica (SUAP di Borgomanero)**

## **SPORTELLO UNICO PER LE ATTIVITÀ PRODUTTIVE**

C.so Cavour, 16 – Borgomanero

### **COMUNI ASSOCIATI DI:**

AMENO - ARMENO - BOCA - BOGOGNO - BORGOMANERO - BRIGA NOVARESE - CASTELLETTO SOPRA TICINO - CAVAGLIETTO - CAVAGLIO  
D'AGOGNA - CAVALLIRIO - CRESSA - CUREGGIO - FONTANETO D'AGOGNA - GARGALLO - GATTICO/VERUNO - GOZZANO - MAGGIORA - MIASINO  
- ORTA SAN GIULIO - PELLA - PETTENASCO - POGNO - PRATO SESIA - ROMAGNANO SESIA - SAN MAURIZIO D'OPAGLIO - SIZZANO - SORISO -  
SUNO

Pratica n. 01661310035-24092021-1550

### **PROVVEDIMENTO CONCLUSIVO DEL PROCEDIMENTO (D.P.R. 160/10)**

#### **IL RESPONSABILE DELLA STRUTTURA**

**PREMESSO** che in data 27/09/2021 protocollo n. REP\_PROV\_NO/NO-SUPRO 0031036/27-09-2021 è stata presentata telematicamente attraverso il sistema informatico "impresainungiorno" (identificativo marca da bollo da € 16,00 n. 01200871117719 del 22/07/2021), da:

- Sig. Sandrin Davide, nato ad Alessandria (AI) il 10/07/1971, residente in Biella (Bi) Via Italia n. 43, in qualità di procuratore speciale della società "**Minerali Industriali S.r.l.**", con sede legale in Novara (No) Piazza Martiri della Libertà nr. 4;

istanza volta al rilascio di autorizzazione paesaggistica per il:

**RINNOVO DELL'AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA RIGUARDANTE LA CONCESSIONE MINERARIA DENOMINATA "SAN GRATO"**

ubicata nel comune di:

Boca (No) Via San Grato s.n.c. – foglio n. 6, particelle nn. (tutte o in parte): 833, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185p, 291p, 292p, 293p, 277p, 275, 274, 280p, 278p, 279p, 281p, 697, 163, 165, 164, 166, 168, 170, 173, 804, 883 – e al Foglio n. .3 mappali nn.: 726, 729, 730 (catasto terreni);

**VISTA** la legge 06/08/2008 n. 133;

**VISTO** il D.P.R. 07/09/2010 n. 160;

**VISTA** la documentazione presentata dal richiedente;

**VISTI** i seguenti atti istruttori e pareri tecnici comunque denominati dalle normative vigenti:

- Autorizzazione Paesaggistica n. 8/2021 rilasciata in data 10/12/2021 dal Comune di Boca per interventi nelle zone soggette ai disposti della parte terza del D.Lgs n.42/2004;

Salvi ed impregiudicati sempre gli eventuali diritti di terzi dichiara concluso positivamente il procedimento volto al rilascio di autorizzazione paesaggistica per il:

## **RINNOVO DELL'AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA RIGUARDANTE LA CONCESSIONE MINERARIA DENOMINATA "SAN GRATO"**

ubicata nel comune di:

Boca (No) Via San Grato s.n.c. – foglio n. 6, particelle nn. (tutte o in parte): 833, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185p, 291p, 292p, 293p, 277p, 275, 274, 280p, 278p, 279p, 281p, 697, 163, 165, 164, 166, 168, 170, 173, 804, 883 – e al Foglio n. .3 mappali nn.: 726, 729, 730 (catasto terreni).

A condizione che siano rispettate le vigenti normative in materia e le prescrizioni riportate negli atti istruttori e pareri allegati al presente provvedimento conclusivo.

Ogni eventuale modifica al progetto approvato ed alle opere su tale base autorizzate dovrà essere sottoposta a comunicazione o richiesta di autorizzazione qualora prevista dalla vigente normativa;

Contro il presente provvedimento, ai sensi dell'art. 3 u.c. della Legge n. 241/90 e s.m. e i., gli interessati possono proporre entro il termine di 60 giorni decorrenti dalla data della notifica, della comunicazione e comunque della piena conoscenza del presente atto, ricorso giurisdizionale al T.A.R. competente, o entro 120 giorni ricorso straordinario al Presidente della Repubblica.

Si dispone l'invio del presente atto all'impresa richiedente per il tramite del domicilio elettronico indicato sulla domanda ed al Comune territorialmente competente.

Data, 22 dicembre 2021

Il Responsabile della Struttura Unica  
Dirigente della Divisione Tecnica  
(Arch. Paolo Volpe) \*

*\*\*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa\*\*.*

Allegati:

- Autorizzazione Paesaggistica n. 8/2021 rilasciata in data 10/12/2021 dal Comune di Boca per interventi nelle zone soggette ai disposti della parte terza del D.Lgs n.42/2004.
-



# COMUNE DI BOCA

## PROVINCIA DI NOVARA



Via Unità d'Italia n° 1 - 28010 - Tel. 0322 87129 Fax 0322 870096  
Codice Fiscale 82000510030 Partita IVA 01249500032 e-mail [info@comune.boca.no.it](mailto:info@comune.boca.no.it)

Prot. 0002611

Fasc: 6.9.

Marca da bollo € 16,00  
n. 01200871117708

### AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA

**N. 8 del 10/12/2021**

in virtù di subdelega di funzioni amministrative nelle zone soggette a vincolo ai sensi della parte III del D.Lvo n. 42 del 22.01.2004 e s.m. ed i. per un intervento di lieve entità assoggettato a procedimento semplificato ai sensi del DPR 31/2017

Istanza: MINERALI INDUSTRIALI – S.R.L.

Intervento: “RINNOVO AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA SEMPLIFICATA MINIERA SAN GRATO – autorizzazione paesaggistica n. 04/16/ del 28/09/2016”.

Ubicazione: immobile sito nel Comune di Boca

rif. Catasto Fabbricati foglio 6 mappali vari, foglio 3 mappali vari

### IL RESPONSABILE UFFICIO TECNICO

Ai sensi dell'art. 107 e 109 del D. Lvo n. 267 del 18.08.2000;

Premesso che il Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004 e s. m. ed i. “Codice di Beni Culturali e del Paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137”, attribuisce l'esercizio delle funzioni amministrative in materia di tutela dei beni paesaggistici allo Stato ed alle Regioni, secondo le disposizioni di cui alla Parte Terza del medesimo Codice.

Vista la Legge Regionale n. 32 del 1 dicembre 2008 e s. m. ed i. “Provvedimenti urgenti di adeguamento al Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004 (Codice dei Beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della Legge 6 luglio 2002 n. 137)”, che delega ai Comuni dotati di Commissione Locale per il Paesaggio, le funzioni autorizzative per gli interventi da realizzare in ambito soggetto a vincolo di tutela paesaggistica, ad eccezione degli interventi di competenza regionale elencati all'art. 3, comma 1 della stessa legge, per cui il potere autorizzativo è in capo alla Regione.

Considerato che il Comune di Boca risulta convenzionata con i comuni di Cavallirio, Cureggio, Fontaneto D'Agogna e Sizzano per l'istituzione in forma associata della Commissione Locale per il Paesaggio.

Dato atto che con Determinazione Regionale n. 473 del 21.09.2009, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 39 in data 01.10.2009, il Comune di Boca è stato inserito nell'elenco dei Comuni che, istituendo in forma associata la Commissione Locale per il Paesaggio, hanno assolto alle condizioni richieste dal D.Lvo n. 42 del 22 gennaio 2004 e s. m. ed i. e dalla L.R. n. 32 del 1 dicembre 2008 e s. m. ed i. ed è pertanto subdelegato al rilascio delle autorizzazioni paesaggistiche non di competenza regionale.

Visto il D.P.R. n. 31 del 13/02/2017 con il quale è stato emanato il “Regolamento recante indicazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata”.

Vista l'istanza presentata in data 15/10/2021 prot. n. 2100, da parte della società MINERALI INDUSTRIALI S.R.L., al fine di ottenere l'Autorizzazione Paesaggistica in virtù di Subdelega per RINNOVO AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA SEMPLIFICATA MINIERA SAN GRATO – autorizzazione paesaggistica n. 04/16/ del 18/09/2016.

Vista la documentazione progettuale e la relazione paesaggistica allegati all'istanza a firma dei progettisti Agr. Monti Giulio residente in Viverone (BI) Vicolo Pizzo 1 e Geol. Arese Enrico residente in Racconigi (CN) Corso principe di Piemonte 27.

Rilevato che l'area oggetto di intervento ricade nel vincolo paesaggistico ai sensi della D.Lgs. n. 42/2004 art. 142 (150 m dai corsi d'acqua, area boscata)

Verificato che l'intervento proposto non è ricompreso tra gli interventi non soggetti ad autorizzazione paesaggistica, elencati all'articolo 149 del D.Lvo n. 42 del 22.01.2004 e s. m. ed i. ed all'art. 3 comma 3 della L.R. n. 32 del 01.12.2008 e s. m. ed i. e nell'Allegato A del D.P.R. 31/2017.

Verificato che l'intervento proposto non è ricompreso nei casi per cui la competenza a rilasciare l'autorizzazione paesaggistica è in capo alla Regione e che pertanto l'intervento stesso rientra tra quelli di competenza comunale ai sensi dell'art. 3, comma 2, della L.R. n. 32 del 01.12.2008 e s. m. ed i.

Verificato altresì che l'intervento ricade tra quelli soggetti a procedimento autorizzativo semplificato ai sensi dell'art.7 del DPR 31/.

Accertata la conformità dell'intervento proposto con le prescrizioni di cui al Piano Paesaggistico Regionale Piemonte approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 233-35836 del 3 ottobre 2017 pubblicata sul B.U.R. n. 42 supplemento ordinario n. 1 del 19 ottobre 2017.

Dato atto che la Commissione Locale per il Paesaggio nella seduta del 28/10/2021 ha espresso parere di compatibilità ambientale favorevole.

Ricordato altresì che con nota del 02/11/2021 prot. 2235 si è provveduto a richiedere parere vincolante alla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano Cusio-Ossola e Vercelli e che la stessa ha ricevuto la documentazione in data 02/11/2021.

Dato atto che entro il termine previsto dall'art. 11 comma 5 del D.P.R. 31/17 non è pervenuto il parere da parte della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano Cusio-Ossola e Vercelli.

Visto che l'art. 11 comma 9 del D.P.R. 31/17 prevede che decorsi inutilmente i termini senza che il Soprintendente abbia reso il parere vincolante, si forma il silenzio assenso e l'Amministrazione procedente provvede al rilascio dell'autorizzazione paesaggistica.

Dato atto che le opere così come preventivate non provocano pregiudizio all'immobile ed al contesto esistente.

Visto il D.Lvo n. 42 del 22 gennaio 2004 e s. m. ed i. "Codice di Beni Culturali e del Paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".

Vista la L.R. n. 20 del 3 aprile 1989 e s. m. ed i..

Visto il D.P.C.M. 12 dicembre 2005.

Vista la L.R. n. 32 del 1 dicembre 2008 n. 32 e s. m. ed i.

Visto il D.P.R. n. 31 del 13 febbraio 2017.

Vista la D.C.R. n. 233-35836 del 3 ottobre 2017 pubblicata sul B.U.R. n. 42 supplemento ordinario n. 1 del 19 ottobre 2017.

Visto il versamento dei diritti di segreteria pari ad euro 60,00 effettuato in data 27/09/2021.

## **A U T O R I Z Z A**

ai sensi dell'art. 146 del D.Lvo n. 42/04 e s. m. ed i. e del D.P.R. 31/2017, alla ditta MINERALI INDUSTRIALI S.R.L., all'esecuzione degli interventi come da progetto presentato ed allegato al presente atto.

1. L'autorizzazione paesaggistica è efficace per un periodo di cinque anni scaduto il quale l'esecuzione dei progettati lavori deve essere sottoposta a nuova autorizzazione. I lavori iniziati nel corso del quinquennio di efficacia dell'autorizzazione possono essere conclusi entro e non oltre l'anno successivo la scadenza del quinquennio medesimo.
2. Il termine di efficacia dell'autorizzazione decorre dal giorno in cui acquista efficacia il titolo edilizio eventualmente necessario per la realizzazione dell'intervento, a meno che il ritardo in ordine al rilascio e alla conseguente efficacia di quest'ultimo non sia dipeso da circostanze imputabili all'interessato.
3. La presente autorizzazione paesaggistica è rilasciata, ai sensi dell'art. 146 del D.Lvo n. 42/2004 e s. m. ed i. e

dell'art. 3 della L.R. n. 32/2008 e s. m. ed i. e del D.P.R. 31/2017, esclusivamente sotto il profilo dell'inserimento paesaggistico ambientale dell'intervento proposto e non costituisce accertamento di conformità alle disposizioni urbanistiche ed edilizie vigenti nel Comune.

4. Ai sensi dell'art. 146 comma 11 del D.Lvo n. 42 del 22.01.2004 e s. m. ed i., una copia della presente Autorizzazione Paesaggistica, viene contestualmente trasmessa alla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano Cusio-Ossola e Vercelli.
5. Ai sensi della dell'art. 15, comma 1 bis, della L.R. n. 20/1989 e s.m. ed i., una copia dell'Autorizzazione Paesaggistica rilasciata, unitamente al parere della Commissione Locale per il Paesaggio ed al parere della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano Cusio-Ossola e Vercelli viene altresì trasmessa trimestralmente alla Regione Piemonte - Direzione Ambiente, Governo e Tutela del Territorio- Settore Territorio e Paesaggio.

Boca, 17/12/2021

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO  
(Arch. Marco LAVATELLI)\*

*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.lgs. 82/2005 e  
norme collegate: sostituisce cartaceo e firma autografa*

## **SPORTELLO UNICO PER LE ATTIVITÀ PRODUTTIVE**

C.so Cavour, 16 – Borgomanero

### **COMUNI ASSOCIATI DI:**

AMENO - ARMENO - BOCA - BOGOGNO - BORGOMANERO - BRIGA NOVARESE - CASTELLETTO SOPRA TICINO - CAVAGLIETTO - CAVAGLIO  
D'AGOGNA - CAVALLIRIO - CRESSA - CUREGGIO - FONTANETO D'AGOGNA - GARGALLO - GATTICO/VERUNO - GOZZANO - MAGGIORA - MIASINO  
- ORTA SAN GIULIO - PELLA - PETTENASCO - POGNO - PRATO SESIA - ROMAGNANO SESIA - SAN MAURIZIO D'OPAGLIO - SIZZANO - SORISO -  
SUNO

Pratica n. 01661310035-24092021-1557

### **PROVVEDIMENTO CONCLUSIVO DEL PROCEDIMENTO (D.P.R. 160/10)**

#### **IL RESPONSABILE DELLA STRUTTURA**

**PREMESSO** che in data 27/09/2021 protocollo n. REP\_PROV\_NO/NO-SUPRO 0031045/27-09-2021 è stata presentata telematicamente attraverso il sistema informatico "impresainungiorno" (identificativo marca da bollo da € 16,00 n. 01200871117696 del 22/07/2021), da:

- Sig. Sandrin Davide, nato ad Alessandria (AI) il 10/07/1971, residente in Biella (Bi) Via Italia n. 43, in qualità di procuratore speciale della società "**Minerali Industriali S.r.l.**", con sede legale in Novara (No) Piazza Martiri della Libertà nr. 4;

istanza volta al rilascio di autorizzazione paesaggistica per il:

RINNOVO DELL'AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA RIGUARDANTE LA CONCESSIONE MINERARIA DENOMINATA "SAN GRATO"

parte ubicata nel comune di:

Cavallirio (No) Via San Grato n. 1 – foglio n. 4, particelle nn. (tutte o in parte): 40, 121, 51, 50, 49, 48, 47, 52p, 53, 54, 55p, 56p, 119, 73p (catasto terreni);

**VISTA** la legge 06/08/2008 n. 133;

**VISTO** il D.P.R. 07/09/2010 n. 160;

**VISTA** la documentazione presentata dal richiedente;

**VISTI** i seguenti atti istruttori e pareri tecnici comunque denominati dalle normative vigenti:

- Autorizzazione comunale in virtù di subdelega di funzioni amministrative nelle zone soggette a vincolo ai sensi della parte III del D.Lvo n. 42 del 22.01.2004 e s.m. ed i. e D.P.R. 31/2017 n. 1/2022 rilasciata dal Comune di Cavallirio in data 09/03/2022;

Salvi ed impregiudicati sempre gli eventuali diritti di terzi dichiara concluso positivamente il procedimento volto al rilascio di autorizzazione paesaggistica per il:

## **RINNOVO DELL'AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA RIGUARDANTE LA CONCESSIONE MINERARIA DENOMINATA "SAN GRATO"**

parte ubicata nel comune di:

Cavallirio (No) Via San Grato n. 1 – foglio n. 4, particelle nn. (tutte o in parte): 40, 121, 51, 50, 49, 48, 47, 52p, 53, 54, 55p, 56p, 119, 73p (catasto terreni)

A condizione che siano rispettate le vigenti normative in materia e le prescrizioni riportate negli atti istruttori e pareri allegati al presente provvedimento conclusivo.

Ogni eventuale modifica al progetto approvato ed alle opere su tale base autorizzate dovrà essere sottoposta a comunicazione o richiesta di autorizzazione qualora prevista dalla vigente normativa;

Contro il presente provvedimento, ai sensi dell'art. 3 u.c. della Legge n. 241/90 e s.m. e i., gli interessati possono proporre entro il termine di 60 giorni decorrenti dalla data della notifica, della comunicazione e comunque della piena conoscenza del presente atto, ricorso giurisdizionale al T.A.R. competente, o entro 120 giorni ricorso straordinario al Presidente della Repubblica.

Si dispone l'invio del presente atto all'impresa richiedente per il tramite del domicilio elettronico indicato sulla domanda ed al Comune territorialmente competente.

Data, 14 marzo 2022

Il Responsabile della Struttura Unica  
Dirigente della Divisione Tecnica  
(Arch. Paolo Volpe) \*

*\*\*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa\*\*.*

Allegati:

- Autorizzazione comunale in virtù di subdelega di funzioni amministrative nelle zone soggette a vincolo ai sensi della parte III del D.Lvo n. 42 del 22.01.2004 e s.m. ed i. e D.P.R. 31/2017 n. 1/2022 rilasciata dal Comune di Cavallirio in data 09/03/2022.
-



## COMUNE DI CAVALLIRIO

Provincia di Novara

Via Ranzini n. 4

Tel. 0163/80140

Mail:tecnico@comune.cavallirio.novara.it

### AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA N. 01/2022

Autorizzazione comunale in virtù di subdelega di funzioni amministrative nelle zone soggette a vincolo ai sensi della parte III del D.Lvo n. 42 del 22.01.2004 e s.m. ed i. e D.P.R. 31/2017

Richiedente: MINERALI INDUSTRIALI SRL.

Oggetto: Rinnovo autorizzazione paesaggistica.

#### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ai sensi dell'art. 107 e 109 del D.Lvo n. 267 del 18.08.2000;

Visto il Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 2017, n. 31 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata".

Premesso che il Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004 e s. m.i. "Codice di Beni Culturali e del Paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137", attribuisce l'esercizio delle funzioni amministrative in materia di tutela dei beni paesaggistici allo Stato ed alle Regioni, secondo le disposizioni di cui alla Parte Terza del medesimo Codice.

Premesso altresì che la Legge Regionale n. 20 del 3 aprile 1989 e s. m. i. "Norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici" stabilisce le procedure e le competenze al rilascio dell'autorizzazione paesaggistica.

Vista la Legge Regionale n. 32 del 1 dicembre 2008 e s. m. i. "Provvedimenti urgenti di adeguamento al Decreto Legislativo del 22 gennaio 2004 n. 42 (Codice dei Beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della Legge 6 luglio 2002 n. 137)", che delega ai Comuni dotati di Commissione Locale per il Paesaggio, le funzioni amministrative concernenti il rilascio delle autorizzazioni per gli interventi da realizzare in ambito soggetto a vincolo di tutela paesaggistica, ad eccezione degli interventi di competenza regionale elencati all'art. 3, comma 1 della stessa legge, per cui il potere autorizzativo è in capo alla Regione.

Considerato che il Comune di Cavallirio con D.C.C. n. 20 del 05.08.2014 aveva approvato lo schema di convenzione per l'istituzione in forma associata della Commissione Locale per il paesaggio fra i Comuni di Cureggio, Boca, Fontaneto d'Agogna, Cavaglio d'Agogna, Sizzano, Ghemme.

Dato atto che con Delibera di C.C. n° 8 del 26.04.2018 è stata rinnovata la C.L.P. con individuazione del Comune di Sizzano quale capo convenzione e nella quale si è preso atto della recessione dei comuni di Cavaglio d'Agogna e Ghemme.

Considerato altresì che il Comune di Cavallirio, in ottemperanza a quanto stabilito nella D.G.R. n. 34-10229 del 1 dicembre 2008 con riferimento al D.Lgs n. 42/04 e s. m. i., ha individuato due differenti Responsabili del Procedimento al fine di differenziare il procedimento urbanistico-edilizio da quello paesaggistico.

Vista l'istanza presentata in data 28.09.2021 prot. 3841 e 3842 di Autorizzazione Paesaggistica semplificata da parte dello Sportello Unico Attività Produttive di Borgomanero per la ditta MINERALI INDUSTRIALI SRL con sede a Novara, P. IVA 01661310035, per rinnovo dell'autorizzazione paesaggistica della concessione mineraria, denominata "San Grato" di Boca, n. 01/2016 del 30.09.2016 ai sensi del D.Lgs 42/04 e s.m.ei.;

Vista la precedente autorizzazione paesaggistica n. 01/2016 del 30.09.2016;

Vista la documentazione progettuale e la relazione paesaggistica ai sensi del D.P.C.M. 12.12.2005 allegati all'istanza a firma del progettista Ing. Sandrin Davide;

Rilevato che l'area oggetto di intervento risulta essere sottoposta a tutela paesaggistica ai sensi dell'art. 142, comma 1, lett.c) , del su citato D.Lgs n. 42/2004 e s. m. i. in quanto: ricadente nella fascia di rispetto del torrente e comma 1, lettera g) "Aree Boscate";

Verificato che l'intervento proposto non è ricompreso tra gli interventi non soggetti ad autorizzazione paesaggistica, di cui all'art. 149 del D.Lgs n. 42 /2004 e s. m. i. ed all'art. 3 comma 3 della L.R. n. 32/2008 e s. m. i.

Verificato che l'intervento proposto non è ricompreso nei casi per cui la competenza a rilasciare l'autorizzazione paesaggistica è in capo alla Regione e che pertanto l'intervento stesso rientra tra quelli di competenza comunale ai sensi dell'art. 3, comma 2, della L.R. n. 32/2008 e s. m.i.

Visto il parere favorevole della Commissione Locale per il Paesaggio del 28.10.2021 senza prescrizioni;

Ricordato che con pec del 24.01.2022 si è provveduto a richiedere parere vincolante ai sensi dell'art. 146 comma 5 D.lvo 42/2004 e s.m.i. – DPR 31/2017 alla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Piemonte;

Visto che nei termini prescritti non è pervenuto nulla-osta da parte del Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo – Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Biella, Novara, VCO e Vercelli;

Visto il D.P.R. 31/2017 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata".

Visto il D.Lgs n. 42 del 22 gennaio 2004 e s. m. i. "Codice di Beni Culturali e del Paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".

Vista la L.R. n. 20 del 3 aprile 1989 e s. m. i. "Norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici".

Vista la L.R. n. 32 del 1 dicembre 2008 n. 32 e s. m. i. "Provvedimenti urgenti di adeguamento al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42 (Codice di Beni Culturali e del Paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137).

Visto il D.P.C.M. 12 dicembre 2005.

Considerato che l'intervento così come preventivato non provoca pregiudizio al contesto esistente.

### **AUTORIZZA**

ai sensi dell'art. 159 del D.Lgs n. 42/2004 e s. m. i., la Società MINERALI INDUSTRIALI SRL di Novara, per la Mineraria San Grato di Boca, per il rinnovo degli interventi illustrati negli atti ed elaborati pervenuti in data 28.09.2021 prot. 3841 e 3842 e successive integrazioni, nell'osservanza delle seguenti prescrizioni e condizioni particolari:

1. Ai sensi dell'art. 10, comma 4, della L.R. n. 20/1989 e s. m. i., la presente autorizzazione paesaggistica vale per un periodo di cinque anni dalla data di rilascio, trascorso il quale l'esecuzione dei lavori progettati e non ancora eseguiti dovranno essere sottoposti a nuova autorizzazione.

2. La presente autorizzazione paesaggistica è rilasciata, ai sensi dell'art. 159 del D. Lgs n. 42/2004 e s.m.i. e dell'art. 3 della L.R. n. 32/2008 e s.m.i., esclusivamente sotto il profilo dell'inserimento paesaggistico ambientale dell'intervento proposto e non costituisce accertamento di conformità alle disposizioni urbanistiche ed edilizie vigenti nel Comune.
3. L'intervento potrà essere realizzato esclusivamente previa acquisizione del relativo titolo abilitativo urbanistico-edilizio (P.d.C.) o presentazione di Segnalazione Certificata di Inizio Attività (S.C.I.A.) in conformità alle vigenti norme in materia.
4. Ai sensi dell'art.159 del D. Lgs n. 42/2004 e s.m. i., una copia completa della presente Autorizzazione Paesaggistica, viene contestualmente trasmessa alla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Piemonte Orientale, la quale ai sensi del comma 3 del predetto articolo, ha la facoltà di esercitare entro 60 giorni dal ricevimento della documentazione stessa il potere di annullamento. Entro tale termine è data facoltà al titolare del provvedimento di partecipare al procedimento, anche tramite la presentazione di documenti e memorie illustrative.
5. Ai sensi della dell'art. 15, comma 1bis, della L.R. n. 20/1989 e s.m.i. , una copia completa della presente Autorizzazione Paesaggistica viene trasmessa alla Regione Piemonte - Settore Attività di Gestione e Valorizzazione del Paesaggio, per l'attività di vigilanza e controllo sulla corretta applicazione della delega.
6. Ai sensi della dell'art. 15, comma 2, della L.R. n. 20/1989 e s.m.i., La Giunta Regionale , fatta salva la possibilità di annullamento della presente Autorizzazione Paesaggistica da parte del Ministro per i Beni culturali ed Ambientali , entro sessanta giorni dal ricevimento della documentazione , ove riscontri che la stessa autorizzazione sia suscettibile di determinare gravi ed irreversibili alterazioni o deturpazioni ambientali , può assumere propri provvedimenti a salvaguardia del bene ambientale tutelato dalla presente legge.

Cavallirio, lì 09 marzo 2022

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
*F.to Dott.ssa Ganeri Angela*

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO  
*F.to Ing. Monya Giampani*

La presente autorizzazione è stata affissa per estratto all'albo pretorio in data e vi rimarrà pubblicata per quindici giorni consecutivi.

Cavallirio, lì 09.03.2022

**IL SEGRETARIO COMUNALE**  
*F.to Dott.ssa Ganeri Angela*

# **APPENDICE D**

## **Schede del rilevamento geologico-strutturale**

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

# **APPENDICE E**

## **Tabulati di calcolo**

-----  
SSAP 5.1 - Slope Stability Analysis Program (1991,2022)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12697

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

\*\* Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

-----  
Ultima Revisione struttura tabelle del report: 13 Gennaio 2022  
-----

Localita' : BOCA

Descrizione: Sezione 2-2 condizioni sismiche

Modello pendio: Modello.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

\_\_\_ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) \_\_\_

| SUP T. |        | SUP 2 |        | SUP 3 |        | SUP 4 |   |
|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---|
| X      | Y      | X     | Y      | X     | Y      | X     | Y |
| 0.00   | 360.50 | 0.00  | 360.00 | 56.54 | 392.00 | -     | - |
| 10.99  | 360.50 | 16.54 | 360.00 | 63.61 | 396.00 | -     | - |
| 21.72  | 368.30 | 21.30 | 367.62 | 68.18 | 396.00 | -     | - |
| 22.72  | 368.30 | 21.54 | 368.00 | 68.18 | 392.00 | -     | - |
| 30.05  | 373.62 | 22.82 | 368.00 | 56.54 | 392.00 | -     | - |
| 31.54  | 376.00 | 26.54 | 368.00 | -     | -      | -     | - |
| 31.72  | 376.30 | 29.63 | 372.94 | -     | -      | -     | - |
| 32.72  | 376.30 | 30.05 | 373.62 | -     | -      | -     | - |
| 40.05  | 381.62 | 31.54 | 376.00 | -     | -      | -     | - |
| 41.54  | 384.00 | 32.82 | 376.00 | -     | -      | -     | - |
| 41.72  | 384.30 | 36.54 | 376.00 | -     | -      | -     | - |
| 42.72  | 384.30 | 39.63 | 380.94 | -     | -      | -     | - |
| 50.05  | 389.62 | 40.05 | 381.62 | -     | -      | -     | - |
| 51.54  | 392.00 | 41.54 | 384.00 | -     | -      | -     | - |
| 51.72  | 392.30 | 42.82 | 384.00 | -     | -      | -     | - |
| 56.43  | 392.30 | 46.54 | 384.00 | -     | -      | -     | - |

|       |        |       |        |   |   |   |   |
|-------|--------|-------|--------|---|---|---|---|
| 62.97 | 396.00 | 49.63 | 388.94 | - | - | - | - |
| 63.61 | 396.00 | 50.05 | 389.62 | - | - | - | - |
| 68.18 | 396.00 | 51.54 | 392.00 | - | - | - | - |
| -     | -      | 56.54 | 392.00 | - | - | - | - |
| -     | -      | 68.18 | 392.00 | - | - | - | - |

## ASSENZA DI FALDA ##

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

|        |   | fi`   | C`     | Cu   | Gamm  | Gamm_sat | STR_IDX | sgci | GSI  | mi   | D    |
|--------|---|-------|--------|------|-------|----------|---------|------|------|------|------|
| STRATO | 1 | 45.00 | 1.25   | 0.00 | 23.00 | 24.00    | 3.869   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| STRATO | 2 | 20.80 | 157.60 | 0.00 | 26.50 | 27.50    | 113.140 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| STRATO | 3 | 21.00 | 50.00  | 0.00 | 23.00 | 24.00    | 4.567   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

LEGENDA: fi` \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 2.7 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.36 62.73

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 327.60

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 8.18 66.82

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

\*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene cosiderata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : SARMA II (Sarma, 1979)  
METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0160  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0080  
COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.  
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola.

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

-----

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

|                           |        |          |       |        |                |
|---------------------------|--------|----------|-------|--------|----------------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5569 | - Min. - | X     | Y      | Lambda= 0.9959 |
|                           |        |          | 11.18 | 360.64 |                |
|                           |        |          | 12.08 | 360.95 |                |
|                           |        |          | 12.53 | 361.11 |                |
|                           |        |          | 12.85 | 361.23 |                |
|                           |        |          | 13.12 | 361.34 |                |
|                           |        |          | 13.38 | 361.45 |                |
|                           |        |          | 13.62 | 361.57 |                |
|                           |        |          | 13.87 | 361.70 |                |
|                           |        |          | 14.13 | 361.83 |                |
|                           |        |          | 14.41 | 361.99 |                |
|                           |        |          | 14.68 | 362.14 |                |
|                           |        |          | 14.94 | 362.29 |                |
|                           |        |          | 15.20 | 362.43 |                |
|                           |        |          | 15.45 | 362.59 |                |
|                           |        |          | 15.71 | 362.74 |                |

|       |        |
|-------|--------|
| 15.97 | 362.90 |
| 16.24 | 363.06 |
| 16.52 | 363.23 |
| 16.78 | 363.39 |
| 17.03 | 363.56 |
| 17.27 | 363.74 |
| 17.53 | 363.93 |
| 17.77 | 364.12 |
| 18.03 | 364.33 |
| 18.29 | 364.56 |
| 18.58 | 364.81 |
| 18.85 | 365.06 |
| 19.10 | 365.30 |
| 19.35 | 365.55 |
| 19.60 | 365.82 |
| 19.88 | 366.13 |
| 20.19 | 366.50 |
| 20.65 | 367.06 |
| 21.55 | 368.18 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5569 | - | N.2 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9649 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.11 | 360.59 |
| 11.99 | 360.97 |
| 12.44 | 361.17 |
| 12.75 | 361.31 |
| 13.03 | 361.45 |
| 13.28 | 361.57 |
| 13.53 | 361.70 |
| 13.79 | 361.83 |
| 14.05 | 361.97 |
| 14.32 | 362.12 |
| 14.58 | 362.27 |
| 14.83 | 362.42 |
| 15.08 | 362.57 |
| 15.33 | 362.72 |

|       |        |
|-------|--------|
| 15.59 | 362.88 |
| 15.84 | 363.05 |
| 16.10 | 363.22 |
| 16.37 | 363.40 |
| 16.63 | 363.58 |
| 16.88 | 363.76 |
| 17.13 | 363.94 |
| 17.38 | 364.13 |
| 17.64 | 364.33 |
| 17.89 | 364.53 |
| 18.15 | 364.74 |
| 18.43 | 364.97 |
| 18.69 | 365.20 |
| 18.94 | 365.42 |
| 19.18 | 365.65 |
| 19.43 | 365.90 |
| 19.71 | 366.19 |
| 20.02 | 366.52 |
| 20.47 | 367.02 |
| 21.36 | 368.04 |

|                           |        |          |       |        |                |
|---------------------------|--------|----------|-------|--------|----------------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5592 | - N.3 -- | X     | Y      | Lambda= 0.9601 |
|                           |        |          | 11.26 | 360.70 |                |
|                           |        |          | 12.14 | 361.06 |                |
|                           |        |          | 12.57 | 361.24 |                |
|                           |        |          | 12.88 | 361.38 |                |
|                           |        |          | 13.14 | 361.51 |                |
|                           |        |          | 13.39 | 361.63 |                |
|                           |        |          | 13.63 | 361.76 |                |
|                           |        |          | 13.87 | 361.90 |                |
|                           |        |          | 14.12 | 362.05 |                |
|                           |        |          | 14.38 | 362.22 |                |
|                           |        |          | 14.64 | 362.38 |                |
|                           |        |          | 14.90 | 362.54 |                |
|                           |        |          | 15.15 | 362.71 |                |

|       |        |
|-------|--------|
| 15.40 | 362.87 |
| 15.65 | 363.03 |
| 15.90 | 363.20 |
| 16.15 | 363.37 |
| 16.41 | 363.54 |
| 16.66 | 363.71 |
| 16.91 | 363.88 |
| 17.15 | 364.06 |
| 17.40 | 364.24 |
| 17.65 | 364.42 |
| 17.90 | 364.61 |
| 18.16 | 364.81 |
| 18.43 | 365.02 |
| 18.68 | 365.22 |
| 18.92 | 365.43 |
| 19.16 | 365.65 |
| 19.40 | 365.89 |
| 19.67 | 366.16 |
| 19.97 | 366.48 |
| 20.41 | 366.98 |
| 21.29 | 367.99 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5596 | - | N.4 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9741 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.83 | 361.11 |
| 12.68 | 361.46 |
| 13.11 | 361.63 |
| 13.42 | 361.76 |
| 13.68 | 361.88 |
| 13.93 | 362.00 |
| 14.17 | 362.11 |
| 14.41 | 362.23 |
| 14.66 | 362.36 |
| 14.93 | 362.50 |
| 15.17 | 362.64 |
| 15.42 | 362.78 |

|       |        |
|-------|--------|
| 15.66 | 362.92 |
| 15.90 | 363.07 |
| 16.14 | 363.22 |
| 16.38 | 363.38 |
| 16.62 | 363.55 |
| 16.88 | 363.73 |
| 17.13 | 363.91 |
| 17.38 | 364.09 |
| 17.63 | 364.27 |
| 17.87 | 364.45 |
| 18.12 | 364.63 |
| 18.37 | 364.82 |
| 18.63 | 365.01 |
| 18.90 | 365.22 |
| 19.14 | 365.41 |
| 19.37 | 365.62 |
| 19.60 | 365.83 |
| 19.84 | 366.07 |
| 20.10 | 366.35 |
| 20.39 | 366.69 |
| 20.82 | 367.20 |
| 21.69 | 368.28 |

|                           |        |          |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|----------|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5599 | - N.5 -- | X | Y | Lambda= | 0.9933 |
|---------------------------|--------|----------|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.38 | 360.79 |
| 12.12 | 361.02 |
| 12.47 | 361.14 |
| 12.72 | 361.23 |
| 12.93 | 361.32 |
| 13.13 | 361.41 |
| 13.32 | 361.51 |
| 13.51 | 361.62 |
| 13.72 | 361.75 |
| 13.95 | 361.90 |
| 14.16 | 362.03 |

|       |        |
|-------|--------|
| 14.37 | 362.16 |
| 14.57 | 362.27 |
| 14.77 | 362.39 |
| 14.97 | 362.50 |
| 15.18 | 362.61 |
| 15.39 | 362.72 |
| 15.61 | 362.83 |
| 15.82 | 362.94 |
| 16.02 | 363.05 |
| 16.22 | 363.17 |
| 16.42 | 363.29 |
| 16.61 | 363.42 |
| 16.81 | 363.56 |
| 17.02 | 363.70 |
| 17.24 | 363.87 |
| 17.45 | 364.03 |
| 17.66 | 364.19 |
| 17.86 | 364.35 |
| 18.06 | 364.52 |
| 18.26 | 364.69 |
| 18.47 | 364.86 |
| 18.68 | 365.05 |
| 18.90 | 365.24 |
| 19.11 | 365.44 |
| 19.31 | 365.63 |
| 19.50 | 365.83 |
| 19.70 | 366.05 |
| 19.92 | 366.30 |
| 20.17 | 366.60 |
| 20.53 | 367.05 |
| 21.25 | 367.96 |

|                           |        |   |     |    |       |        |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|-------|--------|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5631 | - | N.6 | -- | X     | Y      | Lambda= | 0.9954 |
|                           |        |   |     |    | 11.44 | 360.83 |         |        |
|                           |        |   |     |    | 12.31 | 361.13 |         |        |

|       |        |
|-------|--------|
| 12.74 | 361.29 |
| 13.04 | 361.41 |
| 13.31 | 361.52 |
| 13.55 | 361.64 |
| 13.78 | 361.75 |
| 14.02 | 361.88 |
| 14.27 | 362.01 |
| 14.54 | 362.17 |
| 14.79 | 362.32 |
| 15.04 | 362.46 |
| 15.29 | 362.61 |
| 15.54 | 362.76 |
| 15.79 | 362.90 |
| 16.04 | 363.05 |
| 16.30 | 363.21 |
| 16.55 | 363.36 |
| 16.80 | 363.52 |
| 17.04 | 363.68 |
| 17.29 | 363.84 |
| 17.53 | 364.00 |
| 17.77 | 364.18 |
| 18.02 | 364.36 |
| 18.28 | 364.55 |
| 18.57 | 364.77 |
| 18.81 | 364.97 |
| 19.05 | 365.19 |
| 19.28 | 365.41 |
| 19.52 | 365.66 |
| 19.77 | 365.95 |
| 20.07 | 366.32 |
| 20.50 | 366.88 |
| 21.39 | 368.06 |

|                           |        |   |     |    |       |        |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|-------|--------|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5650 | - | N.7 | -- | X     | Y      | Lambda= | 0.9715 |
|                           |        |   |     |    | 11.61 | 360.95 |         |        |

|       |        |
|-------|--------|
| 12.46 | 361.26 |
| 12.88 | 361.42 |
| 13.18 | 361.54 |
| 13.44 | 361.65 |
| 13.69 | 361.76 |
| 13.92 | 361.87 |
| 14.16 | 361.99 |
| 14.41 | 362.12 |
| 14.68 | 362.26 |
| 14.93 | 362.40 |
| 15.17 | 362.54 |
| 15.40 | 362.69 |
| 15.64 | 362.85 |
| 15.88 | 363.01 |
| 16.12 | 363.18 |
| 16.36 | 363.36 |
| 16.62 | 363.56 |
| 16.87 | 363.76 |
| 17.12 | 363.95 |
| 17.36 | 364.15 |
| 17.61 | 364.34 |
| 17.85 | 364.55 |
| 18.09 | 364.75 |
| 18.34 | 364.96 |
| 18.60 | 365.19 |
| 18.85 | 365.40 |
| 19.09 | 365.63 |
| 19.32 | 365.85 |
| 19.56 | 366.09 |
| 19.83 | 366.36 |
| 20.13 | 366.68 |
| 20.56 | 367.14 |
| 21.40 | 368.07 |

Fattore di sicurezza (FS)    1.5680   - N.8 --    X            Y            Lambda=   0.9781

|       |        |
|-------|--------|
| 11.54 | 360.90 |
| 12.38 | 361.29 |
| 12.82 | 361.49 |
| 13.13 | 361.64 |
| 13.41 | 361.77 |
| 13.66 | 361.88 |
| 13.91 | 361.99 |
| 14.17 | 362.11 |
| 14.43 | 362.22 |
| 14.69 | 362.34 |
| 14.94 | 362.46 |
| 15.18 | 362.58 |
| 15.41 | 362.71 |
| 15.66 | 362.85 |
| 15.89 | 362.99 |
| 16.13 | 363.15 |
| 16.38 | 363.32 |
| 16.65 | 363.51 |
| 16.91 | 363.70 |
| 17.16 | 363.88 |
| 17.41 | 364.07 |
| 17.66 | 364.26 |
| 17.90 | 364.45 |
| 18.15 | 364.65 |
| 18.41 | 364.85 |
| 18.68 | 365.08 |
| 18.93 | 365.29 |
| 19.17 | 365.51 |
| 19.41 | 365.73 |
| 19.65 | 365.98 |
| 19.91 | 366.26 |
| 20.22 | 366.60 |
| 20.65 | 367.11 |
| 21.53 | 368.16 |

|                           |        |           |       |        |                |
|---------------------------|--------|-----------|-------|--------|----------------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.5685 | - N.9 - - | X     | Y      | Lambda= 0.9991 |
|                           |        |           | 11.72 | 361.03 |                |
|                           |        |           | 12.58 | 361.28 |                |
|                           |        |           | 13.01 | 361.41 |                |
|                           |        |           | 13.31 | 361.51 |                |
|                           |        |           | 13.57 | 361.61 |                |
|                           |        |           | 13.81 | 361.70 |                |
|                           |        |           | 14.04 | 361.80 |                |
|                           |        |           | 14.28 | 361.92 |                |
|                           |        |           | 14.53 | 362.04 |                |
|                           |        |           | 14.81 | 362.18 |                |
|                           |        |           | 15.06 | 362.31 |                |
|                           |        |           | 15.30 | 362.45 |                |
|                           |        |           | 15.53 | 362.59 |                |
|                           |        |           | 15.78 | 362.75 |                |
|                           |        |           | 16.01 | 362.90 |                |
|                           |        |           | 16.25 | 363.07 |                |
|                           |        |           | 16.49 | 363.25 |                |
|                           |        |           | 16.76 | 363.45 |                |
|                           |        |           | 17.01 | 363.65 |                |
|                           |        |           | 17.26 | 363.85 |                |
|                           |        |           | 17.50 | 364.04 |                |
|                           |        |           | 17.74 | 364.24 |                |
|                           |        |           | 17.99 | 364.45 |                |
|                           |        |           | 18.23 | 364.66 |                |
|                           |        |           | 18.48 | 364.87 |                |
|                           |        |           | 18.75 | 365.11 |                |
|                           |        |           | 18.99 | 365.33 |                |
|                           |        |           | 19.23 | 365.56 |                |
|                           |        |           | 19.47 | 365.79 |                |
|                           |        |           | 19.71 | 366.04 |                |
|                           |        |           | 19.97 | 366.33 |                |
|                           |        |           | 20.27 | 366.67 |                |
|                           |        |           | 20.70 | 367.17 |                |
|                           |        |           | 21.56 | 368.18 |                |

Fattore di sicurezza (FS)      1.5692   -   N.10   --      X              Y              Lambda=   1.0130

|       |        |
|-------|--------|
| 11.01 | 360.51 |
| 11.78 | 360.75 |
| 12.16 | 360.87 |
| 12.41 | 360.97 |
| 12.63 | 361.06 |
| 12.84 | 361.16 |
| 13.04 | 361.27 |
| 13.24 | 361.39 |
| 13.46 | 361.52 |
| 13.69 | 361.68 |
| 13.92 | 361.83 |
| 14.14 | 361.98 |
| 14.36 | 362.13 |
| 14.58 | 362.27 |
| 14.80 | 362.42 |
| 15.02 | 362.57 |
| 15.24 | 362.72 |
| 15.46 | 362.87 |
| 15.68 | 363.00 |
| 15.89 | 363.14 |
| 16.10 | 363.27 |
| 16.31 | 363.39 |
| 16.52 | 363.51 |
| 16.74 | 363.63 |
| 16.96 | 363.75 |
| 17.20 | 363.87 |
| 17.42 | 363.99 |
| 17.63 | 364.11 |
| 17.83 | 364.23 |
| 18.04 | 364.37 |
| 18.25 | 364.51 |
| 18.46 | 364.67 |
| 18.69 | 364.84 |
| 18.94 | 365.04 |

|       |        |
|-------|--------|
| 19.16 | 365.22 |
| 19.37 | 365.42 |
| 19.56 | 365.62 |
| 19.77 | 365.85 |
| 19.99 | 366.12 |
| 20.25 | 366.46 |
| 20.63 | 366.98 |
| 21.40 | 368.07 |

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

| Sup N. | FS    | FTR(kN/m) | FTA(kN/m) | Bilancio(kN/m) | ESITO   |
|--------|-------|-----------|-----------|----------------|---------|
| 1      | 1.557 | 189.0     | 121.4     | 43.3           | Surplus |
| 2      | 1.557 | 147.7     | 94.9      | 33.9           | Surplus |
| 3      | 1.559 | 137.2     | 88.0      | 31.6           | Surplus |
| 4      | 1.560 | 153.4     | 98.3      | 35.4           | Surplus |
| 5      | 1.560 | 162.5     | 104.2     | 37.5           | Surplus |
| 6      | 1.563 | 175.9     | 112.5     | 40.9           | Surplus |
| 7      | 1.565 | 144.5     | 92.4      | 33.7           | Surplus |
| 8      | 1.568 | 153.5     | 97.9      | 36.0           | Surplus |
| 9      | 1.569 | 173.7     | 110.7     | 40.8           | Surplus |
| 10     | 1.569 | 179.6     | 114.4     | 42.3           | Surplus |

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 31.6

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie  
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie  
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

-----

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

| X      | dx    | alpha | w        | ru    | U       | phi ' | (c ',Cu) |
|--------|-------|-------|----------|-------|---------|-------|----------|
| (m)    | (m)   | ( ° ) | ( kN/m ) | ( - ) | ( kPa ) | ( ° ) | ( kPa )  |
| 11.176 | 0.151 | 18.85 | 0.10     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 11.327 | 0.151 | 18.85 | 0.31     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 11.479 | 0.151 | 18.85 | 0.51     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 11.630 | 0.151 | 18.85 | 0.72     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 11.781 | 0.151 | 18.85 | 0.92     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 11.933 | 0.151 | 18.85 | 1.12     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 12.084 | 0.151 | 19.55 | 1.33     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 12.235 | 0.151 | 19.55 | 1.52     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 12.386 | 0.148 | 19.55 | 1.68     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 12.535 | 0.151 | 20.90 | 1.91     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 12.686 | 0.151 | 20.90 | 2.09     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 12.837 | 0.011 | 20.90 | 0.17     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 12.849 | 0.151 | 22.37 | 2.28     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.000 | 0.123 | 22.37 | 1.98     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.123 | 0.151 | 24.14 | 2.57     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.275 | 0.103 | 24.14 | 1.84     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.378 | 0.151 | 25.46 | 2.82     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.529 | 0.094 | 25.46 | 1.82     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.623 | 0.151 | 26.76 | 3.02     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.774 | 0.100 | 26.76 | 2.07     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 13.875 | 0.151 | 27.96 | 3.21     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.026 | 0.107 | 27.96 | 2.33     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.133 | 0.151 | 29.02 | 3.38     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.284 | 0.125 | 29.02 | 2.87     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.410 | 0.151 | 29.33 | 3.55     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.561 | 0.116 | 29.33 | 2.78     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.677 | 0.151 | 29.65 | 3.70     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.828 | 0.110 | 29.65 | 2.75     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 14.938 | 0.151 | 29.98 | 3.85     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 15.090 | 0.107 | 29.98 | 2.77     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 15.197 | 0.151 | 30.31 | 3.98     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |
| 15.348 | 0.106 | 30.31 | 2.84     | 0.00  | 0.00    | 45.00 | 1.25     |

|        |       |       |      |      |      |       |      |
|--------|-------|-------|------|------|------|-------|------|
| 15.455 | 0.151 | 30.64 | 4.11 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 15.606 | 0.107 | 30.64 | 2.95 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 15.713 | 0.151 | 30.96 | 4.23 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 15.865 | 0.110 | 30.96 | 3.12 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 15.975 | 0.151 | 31.27 | 4.34 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.126 | 0.116 | 31.27 | 3.37 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.242 | 0.151 | 31.57 | 4.45 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.393 | 0.126 | 31.57 | 3.74 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.519 | 0.021 | 32.81 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.540 | 0.151 | 32.81 | 4.56 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.691 | 0.085 | 32.81 | 2.58 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.776 | 0.151 | 34.14 | 4.62 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 16.928 | 0.100 | 34.14 | 3.07 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.028 | 0.151 | 35.52 | 4.65 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.179 | 0.094 | 35.52 | 2.89 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.273 | 0.151 | 36.83 | 4.65 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.425 | 0.103 | 36.83 | 3.15 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.527 | 0.151 | 38.12 | 4.62 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.679 | 0.096 | 38.12 | 2.92 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.775 | 0.151 | 39.37 | 4.56 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 17.926 | 0.104 | 39.37 | 3.10 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.030 | 0.151 | 40.49 | 4.47 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.181 | 0.114 | 40.49 | 3.31 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.295 | 0.151 | 41.46 | 4.35 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.446 | 0.137 | 41.46 | 3.85 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.583 | 0.151 | 42.70 | 4.18 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.734 | 0.112 | 42.70 | 3.03 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.846 | 0.151 | 44.04 | 3.98 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 18.998 | 0.103 | 44.04 | 2.65 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 19.101 | 0.151 | 45.41 | 3.76 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 19.252 | 0.095 | 45.41 | 2.29 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 19.348 | 0.151 | 46.72 | 3.50 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 19.499 | 0.103 | 46.72 | 2.28 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 19.602 | 0.151 | 48.32 | 3.18 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 19.754 | 0.125 | 48.32 | 2.47 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 19.879 | 0.151 | 49.54 | 2.78 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |

|        |       |       |      |      |      |       |      |
|--------|-------|-------|------|------|------|-------|------|
| 20.030 | 0.151 | 49.54 | 2.55 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 20.181 | 0.013 | 49.54 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 20.194 | 0.151 | 50.60 | 2.28 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 20.345 | 0.151 | 50.60 | 2.02 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 20.497 | 0.150 | 50.60 | 1.74 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 20.647 | 0.151 | 51.13 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 20.798 | 0.151 | 51.13 | 1.22 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 20.949 | 0.151 | 51.13 | 0.95 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 21.101 | 0.151 | 51.13 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 21.252 | 0.048 | 51.13 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 21.300 | 0.151 | 51.13 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 21.451 | 0.089 | 51.13 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |
| 21.540 | 0.011 | 51.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 45.00 | 1.25 |

LEGENDA SIMBOLI

- X(m) : Ascissa sinistra concio
- dx(m) : Larghezza concio
- alpha(°) : Angolo pendenza base concio
- W(kN/m) : Forza peso concio
- ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
- U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
- phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
- c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

| X      | ht    | yt      | yt'   | E(x)              | T(x)              | E'                | rho(x) | FS_qFEM | FS_srmFEM |
|--------|-------|---------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|---------|-----------|
| (m)    | (m)   | (m)     | (--)  | (kN/m)            | (kN/m)            | (kN)              | (--)   | (--)    | (--)      |
| 11.176 | 0.000 | 360.635 | 0.419 | 0.0000000000E+000 | 0.0000000000E+000 | 6.1561791888E-001 | 0.052  | 3.039   | 2.398     |
| 11.327 | 0.012 | 360.699 | 0.419 | 1.5826150155E-001 | 1.4771803928E-003 | 1.4756573142E+000 | 0.052  | 3.039   | 2.398     |
| 11.479 | 0.023 | 360.762 | 0.419 | 4.4669345981E-001 | 1.5999891206E-002 | 1.8979886807E+000 | 0.060  | 3.071   | 2.283     |
| 11.630 | 0.035 | 360.825 | 0.419 | 7.3279809775E-001 | 6.7058460497E-002 | 2.0882106468E+000 | 0.092  | 4.649   | 2.426     |
| 11.781 | 0.047 | 360.889 | 0.421 | 1.0788117909E+000 | 1.8209241518E-001 | 2.4683768032E+000 | 0.132  | 6.273   | 2.460     |
| 11.933 | 0.059 | 360.953 | 0.423 | 1.4799958134E+000 | 3.6810753015E-001 | 2.7190716045E+000 | 0.182  | 5.576   | 2.367     |

|        |       |         |       |                   |                   |                   |       |       |       |
|--------|-------|---------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| 12.084 | 0.072 | 361.017 | 0.449 | 1.9006593049E+000 | 5.8411256664E-001 | 3.1340045616E+000 | 0.273 | 4.567 | 2.261 |
| 12.235 | 0.090 | 361.089 | 0.473 | 2.4276272349E+000 | 9.0999934262E-001 | 3.5903496986E+000 | 0.399 | 3.356 | 2.099 |
| 12.386 | 0.107 | 361.160 | 0.462 | 2.9874873329E+000 | 1.2926950462E+000 | 3.7025516329E+000 | 0.509 | 2.555 | 1.940 |
| 12.535 | 0.122 | 361.227 | 0.441 | 3.5370674760E+000 | 1.6954927212E+000 | 3.6328947233E+000 | 0.594 | 2.082 | 1.810 |
| 12.686 | 0.129 | 361.292 | 0.420 | 4.0756242944E+000 | 2.1115790914E+000 | 3.4717245277E+000 | 0.662 | 1.784 | 1.707 |
| 12.837 | 0.133 | 361.354 | 0.411 | 4.5879867009E+000 | 2.5221542895E+000 | 3.3022492472E+000 | 0.715 | 1.603 | 1.628 |
| 12.849 | 0.134 | 361.359 | 0.436 | 4.6256935230E+000 | 2.5531735096E+000 | 3.3065840930E+000 | 0.719 | 1.593 | 1.623 |
| 13.000 | 0.138 | 361.425 | 0.445 | 5.1473921606E+000 | 2.9877946730E+000 | 3.4390673061E+000 | 0.761 | 1.475 | 1.561 |
| 13.123 | 0.143 | 361.481 | 0.481 | 5.5695794795E+000 | 3.3457892110E+000 | 3.4758780104E+000 | 0.791 | 1.405 | 1.519 |
| 13.275 | 0.151 | 361.557 | 0.504 | 6.1037059610E+000 | 3.8069800056E+000 | 3.4996154802E+000 | 0.826 | 1.334 | 1.475 |
| 13.378 | 0.157 | 361.609 | 0.540 | 6.4619749674E+000 | 4.1188509292E+000 | 3.5066206927E+000 | 0.848 | 1.296 | 1.450 |
| 13.529 | 0.170 | 361.694 | 0.542 | 6.9987203136E+000 | 4.5894690766E+000 | 3.1574154032E+000 | 0.879 | 1.249 | 1.418 |
| 13.623 | 0.173 | 361.742 | 0.521 | 7.2729444882E+000 | 4.8298516327E+000 | 2.8746372627E+000 | 0.893 | 1.231 | 1.404 |
| 13.774 | 0.177 | 361.822 | 0.533 | 7.6980118984E+000 | 5.2025371782E+000 | 2.6309443085E+000 | 0.913 | 1.207 | 1.386 |
| 13.875 | 0.180 | 361.876 | 0.557 | 7.9503983696E+000 | 5.4228706653E+000 | 2.5259764479E+000 | 0.923 | 1.196 | 1.377 |
| 14.026 | 0.186 | 361.963 | 0.570 | 8.3356341737E+000 | 5.7586668337E+000 | 2.3644704164E+000 | 0.938 | 1.183 | 1.366 |
| 14.133 | 0.190 | 362.023 | 0.581 | 8.5745884322E+000 | 5.9656139193E+000 | 2.2674816188E+000 | 0.947 | 1.177 | 1.361 |
| 14.284 | 0.196 | 362.113 | 0.589 | 8.9243459308E+000 | 6.2672005998E+000 | 2.1559473074E+000 | 0.958 | 1.169 | 1.357 |
| 14.410 | 0.200 | 362.186 | 0.608 | 9.1784347858E+000 | 6.4836798174E+000 | 2.0545667595E+000 | 0.964 | 1.165 | 1.356 |
| 14.561 | 0.209 | 362.281 | 0.604 | 9.4943143268E+000 | 6.7481719793E+000 | 1.9301506183E+000 | 0.972 | 1.160 | 1.357 |
| 14.677 | 0.211 | 362.348 | 0.607 | 9.7042873564E+000 | 6.9195674257E+000 | 1.8410084730E+000 | 0.976 | 1.159 | 1.359 |
| 14.828 | 0.220 | 362.443 | 0.603 | 9.9890727915E+000 | 7.1471531544E+000 | 1.7354468802E+000 | 0.981 | 1.159 | 1.363 |
| 14.938 | 0.220 | 362.505 | 0.596 | 1.0168563070E+001 | 7.2864765810E+000 | 1.6577320015E+000 | 0.983 | 1.161 | 1.367 |
| 15.090 | 0.226 | 362.599 | 0.600 | 1.0425427966E+001 | 7.4829878758E+000 | 1.5929701293E+000 | 0.985 | 1.166 | 1.373 |
| 15.197 | 0.226 | 362.661 | 0.604 | 1.0588311174E+001 | 7.6055546532E+000 | 1.5395748484E+000 | 0.987 | 1.171 | 1.378 |
| 15.348 | 0.232 | 362.755 | 0.609 | 1.0825685967E+001 | 7.7833321509E+000 | 1.4668274535E+000 | 0.988 | 1.179 | 1.386 |
| 15.455 | 0.232 | 362.818 | 0.611 | 1.0974016135E+001 | 7.8937466154E+000 | 1.4089030442E+000 | 0.989 | 1.185 | 1.392 |
| 15.606 | 0.237 | 362.912 | 0.619 | 1.1190139587E+001 | 8.0550653162E+000 | 1.3295455023E+000 | 0.990 | 1.194 | 1.402 |
| 15.713 | 0.239 | 362.978 | 0.628 | 1.1325197543E+001 | 8.1557296268E+000 | 1.2831568330E+000 | 0.990 | 1.201 | 1.409 |
| 15.865 | 0.245 | 363.075 | 0.652 | 1.1524386949E+001 | 8.3036495541E+000 | 1.2719927521E+000 | 0.991 | 1.212 | 1.420 |
| 15.975 | 0.252 | 363.148 | 0.686 | 1.1660890495E+001 | 8.4033633306E+000 | 1.2160823886E+000 | 0.991 | 1.222 | 1.429 |
| 16.126 | 0.267 | 363.254 | 0.667 | 1.1839983347E+001 | 8.5322080911E+000 | 1.0480723486E+000 | 0.991 | 1.238 | 1.441 |
| 16.242 | 0.268 | 363.326 | 0.635 | 1.1949587364E+001 | 8.6088085415E+000 | 8.8235029451E-001 | 0.990 | 1.251 | 1.449 |
| 16.393 | 0.273 | 363.424 | 0.610 | 1.2070886060E+001 | 8.6916103900E+000 | 6.4969654575E-001 | 0.990 | 1.272 | 1.458 |
| 16.519 | 0.267 | 363.495 | 0.570 | 1.2136690276E+001 | 8.7347862231E+000 | 4.3059152708E-001 | 0.989 | 1.292 | 1.465 |
| 16.540 | 0.266 | 363.508 | 0.610 | 1.2145382649E+001 | 8.7405577534E+000 | 3.9146898336E-001 | 0.989 | 1.295 | 1.466 |

|        |       |         |       |                    |                    |                    |       |       |       |
|--------|-------|---------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| 16.691 | 0.261 | 363.600 | 0.630 | 1.2178822752E+001  | 8.7627065451E+000  | 4.9505880360E-002  | 0.988 | 1.324 | 1.474 |
| 16.776 | 0.262 | 363.657 | 0.678 | 1.2174832944E+001  | 8.7600576102E+000  | -1.4198711417E-001 | 0.988 | 1.342 | 1.478 |
| 16.928 | 0.264 | 363.761 | 0.688 | 1.2127741737E+001  | 8.7305739063E+000  | -4.9014566249E-001 | 0.987 | 1.379 | 1.486 |
| 17.028 | 0.265 | 363.830 | 0.705 | 1.2066753368E+001  | 8.6918859731E+000  | -7.6937925432E-001 | 0.987 | 1.406 | 1.492 |
| 17.179 | 0.265 | 363.938 | 0.727 | 1.1913560591E+001  | 8.5947167784E+000  | -1.1881627131E+000 | 0.986 | 1.453 | 1.501 |
| 17.273 | 0.268 | 364.008 | 0.754 | 1.1791850365E+001  | 8.5168878659E+000  | -1.4338329938E+000 | 0.986 | 1.483 | 1.507 |
| 17.425 | 0.270 | 364.123 | 0.745 | 1.1541489230E+001  | 8.3565088704E+000  | -1.7665279896E+000 | 0.986 | 1.530 | 1.517 |
| 17.527 | 0.267 | 364.197 | 0.755 | 1.1352227521E+001  | 8.2346423452E+000  | -2.0001939209E+000 | 0.986 | 1.561 | 1.523 |
| 17.679 | 0.266 | 364.315 | 0.762 | 1.1014381046E+001  | 8.0163422649E+000  | -2.2985773492E+000 | 0.986 | 1.607 | 1.533 |
| 17.775 | 0.262 | 364.386 | 0.778 | 1.0789476674E+001  | 7.8700417412E+000  | -2.4770610948E+000 | 0.986 | 1.635 | 1.538 |
| 17.926 | 0.259 | 364.507 | 0.801 | 1.0382061782E+001  | 7.6021549480E+000  | -2.6826156366E+000 | 0.985 | 1.677 | 1.549 |
| 18.030 | 0.257 | 364.590 | 0.818 | 1.0104223351E+001  | 7.4169914445E+000  | -2.8994933540E+000 | 0.985 | 1.704 | 1.555 |
| 18.181 | 0.253 | 364.716 | 0.828 | 9.6161258375E+000  | 7.0834570644E+000  | -3.2012486036E+000 | 0.983 | 1.738 | 1.568 |
| 18.295 | 0.250 | 364.810 | 0.855 | 9.2546331571E+000  | 6.8314273142E+000  | -3.4296822480E+000 | 0.981 | 1.762 | 1.578 |
| 18.446 | 0.249 | 364.942 | 0.875 | 8.6858765545E+000  | 6.4265030752E+000  | -3.7057542469E+000 | 0.976 | 1.791 | 1.594 |
| 18.583 | 0.248 | 365.062 | 0.918 | 8.1863288268E+000  | 6.0655098857E+000  | -3.8568304909E+000 | 0.972 | 1.818 | 1.609 |
| 18.734 | 0.253 | 365.206 | 0.917 | 7.5693579796E+000  | 5.6177778844E+000  | -3.8897999446E+000 | 0.966 | 1.849 | 1.627 |
| 18.846 | 0.246 | 365.304 | 0.909 | 7.1483834961E+000  | 5.3123004377E+000  | -3.9032470133E+000 | 0.961 | 1.875 | 1.640 |
| 18.998 | 0.242 | 365.446 | 0.907 | 6.5266322398E+000  | 4.8614498774E+000  | -3.9017883910E+000 | 0.952 | 1.914 | 1.660 |
| 19.101 | 0.231 | 365.535 | 0.896 | 6.1376920897E+000  | 4.5790828037E+000  | -3.8653220844E+000 | 0.946 | 1.944 | 1.673 |
| 19.252 | 0.217 | 365.674 | 0.908 | 5.5295379681E+000  | 4.1341044045E+000  | -3.8948796663E+000 | 0.934 | 1.986 | 1.694 |
| 19.348 | 0.205 | 365.759 | 0.951 | 5.1650269110E+000  | 3.8645442847E+000  | -3.9134251817E+000 | 0.926 | 2.014 | 1.707 |
| 19.499 | 0.194 | 365.909 | 1.022 | 4.5496169274E+000  | 3.4026028096E+000  | -4.3062788126E+000 | 0.908 | 2.053 | 1.732 |
| 19.602 | 0.195 | 366.019 | 1.087 | 4.0885098744E+000  | 3.0500630591E+000  | -4.4035084742E+000 | 0.890 | 2.078 | 1.754 |
| 19.754 | 0.191 | 366.185 | 1.077 | 3.4367916921E+000  | 2.5493510592E+000  | -4.0895336755E+000 | 0.861 | 2.101 | 1.788 |
| 19.879 | 0.182 | 366.317 | 1.054 | 2.9478140806E+000  | 2.1735245438E+000  | -3.8275361685E+000 | 0.836 | 2.111 | 1.820 |
| 20.030 | 0.164 | 366.477 | 1.029 | 2.3837523178E+000  | 1.7433327542E+000  | -3.4437376221E+000 | 0.803 | 2.110 | 1.862 |
| 20.181 | 0.138 | 366.628 | 1.006 | 1.9053667195E+000  | 1.3846634130E+000  | -3.1206028988E+000 | 0.768 | 2.101 | 1.906 |
| 20.194 | 0.137 | 366.642 | 1.117 | 1.8659404200E+000  | 1.3553281495E+000  | -3.0903397126E+000 | 0.764 | 2.100 | 1.910 |
| 20.345 | 0.122 | 366.811 | 1.119 | 1.4469489226E+000  | 1.0511799093E+000  | -2.6853207122E+000 | 0.714 | 2.082 | 1.955 |
| 20.497 | 0.108 | 366.981 | 1.119 | 1.0530720203E+000  | 7.7074199455E-001  | -2.4981217463E+000 | 0.586 | 2.060 | 2.007 |
| 20.647 | 0.093 | 367.148 | 1.171 | 6.9421132730E-001  | 5.2185981259E-001  | -2.2568925546E+000 | 0.388 | 2.045 | 2.067 |
| 20.798 | 0.090 | 367.333 | 1.275 | 3.7372494716E-001  | 3.0551821200E-001  | -1.9711050658E+000 | 0.239 | 2.047 | 2.149 |
| 20.949 | 0.103 | 367.534 | 1.248 | 9.7541807218E-002  | 1.2117202480E-001  | -1.4357258305E+000 | 0.163 | 2.057 | 2.272 |
| 21.101 | 0.092 | 367.711 | 1.087 | -6.0880928046E-002 | 2.1679634588E-002  | -7.5769686097E-001 | 0.111 | 2.136 | 2.429 |
| 21.252 | 0.057 | 367.863 | 0.906 | -1.3181918944E-001 | -1.0181766219E-002 | -1.5318509739E-001 | 0.078 | 2.447 | 2.766 |

|        |       |         |       |                    |                    |                   |       |        |        |
|--------|-------|---------|-------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|--------|--------|
| 21.300 | 0.026 | 367.892 | 1.055 | -1.3437127582E-001 | -7.7612740654E-003 | 3.9427279025E-002 | 0.074 | 2.587  | 2.908  |
| 21.451 | 0.020 | 368.074 | 1.138 | -8.4149976644E-002 | -7.7635010946E-004 | 6.3711501051E-001 | 0.052 | 6.472  | 6.661  |
| 21.540 | 0.001 | 368.165 | 1.138 | -1.1821462433E-002 | -4.3651757744E-005 | 1.0793746651E+000 | 0.052 | 50.000 | 23.567 |

#### ----- LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
 ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio  
 yt(m) : coordinata Y linea di trust  
 yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust  
 E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio  
 T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio  
 E' (kN) : derivata Forza normale interconcio  
 Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)  
 FS\_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM  
 FS\_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

#### ----- TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

| X      | dx    | dl    | alpha  | TauStress | TauF   | TauStrength | TauS   |
|--------|-------|-------|--------|-----------|--------|-------------|--------|
| (m)    | (m)   | (m)   | (°)    | (kPa)     | (kN/m) | (kPa)       | (kN/m) |
| 11.176 | 0.151 | 0.160 | 18.854 | 0.217     | 0.035  | 1.856       | 0.297  |
| 11.327 | 0.151 | 0.160 | 18.854 | 0.650     | 0.104  | 3.097       | 0.495  |
| 11.479 | 0.151 | 0.160 | 18.854 | 1.083     | 0.173  | 4.403       | 0.704  |
| 11.630 | 0.151 | 0.160 | 18.854 | 1.516     | 0.242  | 5.785       | 0.925  |
| 11.781 | 0.151 | 0.160 | 18.854 | 1.949     | 0.312  | 7.186       | 1.149  |
| 11.933 | 0.151 | 0.159 | 18.854 | 2.381     | 0.380  | 8.474       | 1.351  |
| 12.084 | 0.151 | 0.161 | 19.555 | 2.889     | 0.464  | 9.842       | 1.581  |
| 12.235 | 0.151 | 0.161 | 19.555 | 3.318     | 0.533  | 11.143      | 1.790  |
| 12.386 | 0.148 | 0.157 | 19.555 | 3.744     | 0.589  | 12.358      | 1.945  |
| 12.535 | 0.151 | 0.162 | 20.901 | 4.377     | 0.709  | 13.155      | 2.131  |
| 12.686 | 0.151 | 0.162 | 20.901 | 4.797     | 0.777  | 14.192      | 2.299  |
| 12.837 | 0.011 | 0.012 | 20.901 | 5.023     | 0.062  | 14.757      | 0.181  |
| 12.849 | 0.151 | 0.164 | 22.368 | 5.508     | 0.901  | 14.931      | 2.444  |
| 13.000 | 0.123 | 0.133 | 22.368 | 5.874     | 0.781  | 15.795      | 2.101  |

|        |       |       |        |        |       |        |       |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 13.123 | 0.151 | 0.166 | 24.140 | 6.574  | 1.090 | 16.077 | 2.667 |
| 13.275 | 0.103 | 0.113 | 24.140 | 6.891  | 0.778 | 16.752 | 1.890 |
| 13.378 | 0.151 | 0.168 | 25.462 | 7.463  | 1.251 | 16.953 | 2.842 |
| 13.529 | 0.094 | 0.104 | 25.462 | 7.749  | 0.807 | 17.414 | 1.814 |
| 13.623 | 0.151 | 0.170 | 26.765 | 8.288  | 1.405 | 17.470 | 2.961 |
| 13.774 | 0.100 | 0.112 | 26.765 | 8.557  | 0.962 | 17.938 | 2.018 |
| 13.875 | 0.151 | 0.171 | 27.963 | 9.058  | 1.552 | 17.973 | 3.080 |
| 14.026 | 0.107 | 0.121 | 27.963 | 9.308  | 1.126 | 18.388 | 2.224 |
| 14.133 | 0.151 | 0.173 | 29.024 | 9.761  | 1.689 | 18.404 | 3.186 |
| 14.284 | 0.125 | 0.143 | 29.024 | 10.002 | 1.433 | 18.795 | 2.693 |
| 14.410 | 0.151 | 0.174 | 29.332 | 10.302 | 1.788 | 19.082 | 3.313 |
| 14.561 | 0.116 | 0.133 | 29.332 | 10.526 | 1.401 | 19.441 | 2.587 |
| 14.677 | 0.151 | 0.174 | 29.655 | 10.814 | 1.883 | 19.686 | 3.429 |
| 14.828 | 0.110 | 0.127 | 29.655 | 11.025 | 1.398 | 20.023 | 2.539 |
| 14.938 | 0.151 | 0.175 | 29.982 | 11.302 | 1.975 | 20.234 | 3.536 |
| 15.090 | 0.107 | 0.124 | 29.982 | 11.502 | 1.424 | 20.557 | 2.545 |
| 15.197 | 0.151 | 0.175 | 30.313 | 11.769 | 2.063 | 20.739 | 3.636 |
| 15.348 | 0.106 | 0.123 | 30.313 | 11.959 | 1.472 | 21.044 | 2.591 |
| 15.455 | 0.151 | 0.176 | 30.640 | 12.217 | 2.149 | 21.203 | 3.730 |
| 15.606 | 0.107 | 0.125 | 30.640 | 12.398 | 1.545 | 21.491 | 2.678 |
| 15.713 | 0.151 | 0.177 | 30.961 | 12.646 | 2.232 | 21.632 | 3.818 |
| 15.865 | 0.110 | 0.128 | 30.961 | 12.821 | 1.646 | 21.909 | 2.813 |
| 15.975 | 0.151 | 0.177 | 31.274 | 13.060 | 2.313 | 22.030 | 3.901 |
| 16.126 | 0.116 | 0.136 | 31.274 | 13.228 | 1.796 | 22.290 | 3.027 |
| 16.242 | 0.151 | 0.178 | 31.569 | 13.458 | 2.391 | 22.405 | 3.980 |
| 16.393 | 0.126 | 0.147 | 31.569 | 13.624 | 2.009 | 22.658 | 3.341 |
| 16.519 | 0.021 | 0.025 | 32.809 | 13.979 | 0.348 | 22.189 | 0.553 |
| 16.540 | 0.151 | 0.180 | 32.809 | 14.055 | 2.531 | 22.305 | 4.017 |
| 16.691 | 0.085 | 0.101 | 32.809 | 14.161 | 1.434 | 22.463 | 2.274 |
| 16.776 | 0.151 | 0.183 | 34.145 | 14.506 | 2.653 | 21.928 | 4.010 |
| 16.928 | 0.100 | 0.121 | 34.145 | 14.574 | 1.764 | 22.031 | 2.667 |
| 17.028 | 0.151 | 0.186 | 35.517 | 14.857 | 2.763 | 21.424 | 3.984 |
| 17.179 | 0.094 | 0.115 | 35.517 | 14.875 | 1.715 | 21.462 | 2.474 |
| 17.273 | 0.151 | 0.189 | 36.830 | 15.066 | 2.849 | 20.823 | 3.938 |
| 17.425 | 0.103 | 0.128 | 36.830 | 15.034 | 1.929 | 20.796 | 2.668 |
| 17.527 | 0.151 | 0.192 | 38.124 | 15.140 | 2.913 | 20.117 | 3.871 |

|        |       |       |        |        |       |        |       |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 17.679 | 0.096 | 0.122 | 38.124 | 15.058 | 1.839 | 20.027 | 2.446 |
| 17.775 | 0.151 | 0.196 | 39.366 | 15.076 | 2.951 | 19.332 | 3.785 |
| 17.926 | 0.104 | 0.134 | 39.366 | 14.938 | 2.006 | 19.171 | 2.574 |
| 18.030 | 0.151 | 0.199 | 40.490 | 14.863 | 2.958 | 18.525 | 3.687 |
| 18.181 | 0.114 | 0.149 | 40.490 | 14.667 | 2.190 | 18.305 | 2.733 |
| 18.295 | 0.151 | 0.202 | 41.457 | 14.506 | 2.929 | 17.714 | 3.577 |
| 18.446 | 0.137 | 0.182 | 41.457 | 14.242 | 2.595 | 17.419 | 3.173 |
| 18.583 | 0.151 | 0.206 | 42.696 | 13.995 | 2.882 | 16.637 | 3.426 |
| 18.734 | 0.112 | 0.153 | 42.696 | 13.691 | 2.090 | 16.263 | 2.483 |
| 18.846 | 0.151 | 0.211 | 44.041 | 13.374 | 2.816 | 15.422 | 3.247 |
| 18.998 | 0.103 | 0.144 | 44.041 | 13.014 | 1.872 | 14.996 | 2.157 |
| 19.101 | 0.151 | 0.216 | 45.412 | 12.607 | 2.718 | 14.125 | 3.045 |
| 19.252 | 0.095 | 0.136 | 45.412 | 12.189 | 1.658 | 13.693 | 1.863 |
| 19.348 | 0.151 | 0.221 | 46.721 | 11.701 | 2.583 | 12.858 | 2.839 |
| 19.499 | 0.103 | 0.150 | 46.721 | 11.201 | 1.685 | 12.514 | 1.883 |
| 19.602 | 0.151 | 0.228 | 48.324 | 10.584 | 2.409 | 11.468 | 2.611 |
| 19.754 | 0.125 | 0.188 | 48.324 | 9.945  | 1.870 | 10.817 | 2.034 |
| 19.879 | 0.151 | 0.233 | 49.544 | 9.201  | 2.146 | 9.834  | 2.294 |
| 20.030 | 0.151 | 0.233 | 49.544 | 8.419  | 1.964 | 9.023  | 2.105 |
| 20.181 | 0.013 | 0.019 | 49.544 | 7.995  | 0.156 | 8.656  | 0.169 |
| 20.194 | 0.151 | 0.238 | 50.598 | 7.478  | 1.783 | 7.920  | 1.888 |
| 20.345 | 0.151 | 0.238 | 50.598 | 6.623  | 1.579 | 7.184  | 1.713 |
| 20.497 | 0.150 | 0.236 | 50.598 | 5.772  | 1.363 | 6.438  | 1.520 |
| 20.647 | 0.151 | 0.241 | 51.127 | 4.881  | 1.177 | 5.582  | 1.346 |
| 20.798 | 0.151 | 0.241 | 51.127 | 3.989  | 0.962 | 4.809  | 1.160 |
| 20.949 | 0.151 | 0.241 | 51.127 | 3.097  | 0.747 | 3.907  | 0.942 |
| 21.101 | 0.151 | 0.241 | 51.127 | 2.205  | 0.532 | 3.048  | 0.735 |
| 21.252 | 0.048 | 0.076 | 51.127 | 1.618  | 0.124 | 2.494  | 0.191 |
| 21.300 | 0.151 | 0.241 | 51.127 | 1.031  | 0.249 | 2.037  | 0.491 |
| 21.451 | 0.089 | 0.141 | 51.127 | 0.324  | 0.046 | 1.500  | 0.212 |
| 21.540 | 0.011 | 0.017 | 51.127 | 0.031  | 0.001 | 1.273  | 0.022 |

-----

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

dl(m) : lunghezza base concio

alpha(°) : Angolo pendenza base concio  
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio  
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio  
TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio  
TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio  
-----

-----  
SSAP 5.1 - Slope Stability Analysis Program (1991,2022)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12697

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

\*\* Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011  
-----

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 13 Gennaio 2022  
-----

Localita' : BOCA

Descrizione: Sezione 2-2 condizioni statiche

Modello pendio: Modello.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

\_\_\_ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) \_\_\_

| SUP T. |        | SUP 2 |        | SUP 3 |        | SUP 4 |   |
|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---|
| X      | Y      | X     | Y      | X     | Y      | X     | Y |
| 0.00   | 360.50 | 0.00  | 360.00 | 56.54 | 392.00 | -     | - |
| 10.99  | 360.50 | 16.54 | 360.00 | 63.61 | 396.00 | -     | - |
| 21.72  | 368.30 | 21.30 | 367.62 | 68.18 | 396.00 | -     | - |
| 22.72  | 368.30 | 21.54 | 368.00 | 68.18 | 392.00 | -     | - |
| 30.05  | 373.62 | 22.82 | 368.00 | 56.54 | 392.00 | -     | - |
| 31.54  | 376.00 | 26.54 | 368.00 | -     | -      | -     | - |
| 31.72  | 376.30 | 29.63 | 372.94 | -     | -      | -     | - |
| 32.72  | 376.30 | 30.05 | 373.62 | -     | -      | -     | - |
| 40.05  | 381.62 | 31.54 | 376.00 | -     | -      | -     | - |
| 41.54  | 384.00 | 32.82 | 376.00 | -     | -      | -     | - |
| 41.72  | 384.30 | 36.54 | 376.00 | -     | -      | -     | - |
| 42.72  | 384.30 | 39.63 | 380.94 | -     | -      | -     | - |
| 50.05  | 389.62 | 40.05 | 381.62 | -     | -      | -     | - |
| 51.54  | 392.00 | 41.54 | 384.00 | -     | -      | -     | - |
| 51.72  | 392.30 | 42.82 | 384.00 | -     | -      | -     | - |
| 56.43  | 392.30 | 46.54 | 384.00 | -     | -      | -     | - |

|       |        |       |        |   |   |   |   |
|-------|--------|-------|--------|---|---|---|---|
| 62.97 | 396.00 | 49.63 | 388.94 | - | - | - | - |
| 63.61 | 396.00 | 50.05 | 389.62 | - | - | - | - |
| 68.18 | 396.00 | 51.54 | 392.00 | - | - | - | - |
| -     | -      | 56.54 | 392.00 | - | - | - | - |
| -     | -      | 68.18 | 392.00 | - | - | - | - |

## ASSENZA DI FALDA ##

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

|        |   | fi`   | C`     | Cu   | Gamm  | Gamm_sat | STR_IDX | sgci | GSI  | mi   | D    |
|--------|---|-------|--------|------|-------|----------|---------|------|------|------|------|
| STRATO | 1 | 38.00 | 1.00   | 0.00 | 23.00 | 24.00    | 2.811   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| STRATO | 2 | 16.90 | 126.10 | 0.00 | 26.50 | 27.50    | 43.754  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| STRATO | 3 | 17.10 | 40.00  | 0.00 | 23.00 | 24.00    | 3.140   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

LEGENDA: fi` \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)  
C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)  
Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)  
Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)  
Gamm\_sat \_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)  
STR\_IDX \_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)  
---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-  
sigci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)  
GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)  
FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO  
COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00  
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 2.7 (+/-) 50%  
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.36 62.73  
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 327.60

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 8.18 66.82

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

\*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : SARMA II (Sarma, 1979)  
METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000  
COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00  
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.  
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

-----

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

|                           |        |          |       |        |                |
|---------------------------|--------|----------|-------|--------|----------------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2590 | - Min. - | X     | Y      | Lambda= 0.9888 |
|                           |        |          | 11.01 | 360.52 |                |
|                           |        |          | 11.91 | 360.79 |                |
|                           |        |          | 12.35 | 360.94 |                |
|                           |        |          | 12.66 | 361.04 |                |
|                           |        |          | 12.92 | 361.15 |                |
|                           |        |          | 13.17 | 361.26 |                |
|                           |        |          | 13.40 | 361.37 |                |
|                           |        |          | 13.65 | 361.50 |                |
|                           |        |          | 13.90 | 361.63 |                |
|                           |        |          | 14.18 | 361.79 |                |
|                           |        |          | 14.44 | 361.95 |                |
|                           |        |          | 14.70 | 362.10 |                |
|                           |        |          | 14.95 | 362.25 |                |
|                           |        |          | 15.20 | 362.41 |                |
|                           |        |          | 15.46 | 362.56 |                |

|       |        |
|-------|--------|
| 15.71 | 362.72 |
| 15.97 | 362.89 |
| 16.24 | 363.07 |
| 16.49 | 363.24 |
| 16.74 | 363.41 |
| 16.99 | 363.59 |
| 17.24 | 363.78 |
| 17.48 | 363.97 |
| 17.73 | 364.18 |
| 17.99 | 364.40 |
| 18.27 | 364.64 |
| 18.53 | 364.87 |
| 18.78 | 365.11 |
| 19.02 | 365.35 |
| 19.27 | 365.61 |
| 19.54 | 365.91 |
| 19.85 | 366.27 |
| 20.29 | 366.81 |
| 21.18 | 367.91 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2642 | - | N.2 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9374 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.14 | 360.61 |
| 11.74 | 360.73 |
| 12.03 | 360.80 |
| 12.22 | 360.86 |
| 12.38 | 360.92 |
| 12.54 | 360.98 |
| 12.69 | 361.06 |
| 12.85 | 361.14 |
| 13.01 | 361.24 |
| 13.20 | 361.36 |
| 13.38 | 361.48 |
| 13.55 | 361.58 |
| 13.71 | 361.69 |
| 13.88 | 361.79 |
| 14.04 | 361.89 |

|       |        |
|-------|--------|
| 14.21 | 361.98 |
| 14.37 | 362.08 |
| 14.54 | 362.18 |
| 14.71 | 362.27 |
| 14.88 | 362.36 |
| 15.04 | 362.46 |
| 15.21 | 362.55 |
| 15.37 | 362.63 |
| 15.54 | 362.72 |
| 15.72 | 362.82 |
| 15.90 | 362.91 |
| 16.07 | 363.00 |
| 16.22 | 363.10 |
| 16.37 | 363.20 |
| 16.53 | 363.32 |
| 16.69 | 363.44 |
| 16.85 | 363.58 |
| 17.02 | 363.73 |
| 17.21 | 363.92 |
| 17.38 | 364.07 |
| 17.55 | 364.21 |
| 17.70 | 364.34 |
| 17.87 | 364.47 |
| 18.02 | 364.58 |
| 18.18 | 364.69 |
| 18.36 | 364.79 |
| 18.55 | 364.91 |
| 18.72 | 365.02 |
| 18.88 | 365.13 |
| 19.03 | 365.24 |
| 19.19 | 365.37 |
| 19.35 | 365.50 |
| 19.51 | 365.65 |
| 19.68 | 365.81 |
| 19.86 | 366.00 |
| 20.03 | 366.18 |

|       |        |
|-------|--------|
| 20.20 | 366.35 |
| 20.36 | 366.53 |
| 20.53 | 366.72 |
| 20.71 | 366.94 |
| 20.91 | 367.19 |
| 21.20 | 367.56 |
| 21.77 | 368.30 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2654 | - | N.3 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9558 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.46 | 360.84 |
| 12.36 | 361.13 |
| 12.79 | 361.28 |
| 13.09 | 361.39 |
| 13.34 | 361.51 |
| 13.58 | 361.63 |
| 13.81 | 361.76 |
| 14.05 | 361.90 |
| 14.29 | 362.06 |
| 14.57 | 362.25 |
| 14.84 | 362.44 |
| 15.09 | 362.62 |
| 15.34 | 362.80 |
| 15.59 | 362.98 |
| 15.84 | 363.16 |
| 16.09 | 363.35 |
| 16.34 | 363.53 |
| 16.59 | 363.72 |
| 16.85 | 363.91 |
| 17.10 | 364.10 |
| 17.35 | 364.29 |
| 17.60 | 364.48 |
| 17.85 | 364.68 |
| 18.10 | 364.87 |
| 18.36 | 365.07 |
| 18.63 | 365.27 |
| 18.88 | 365.47 |

|       |        |
|-------|--------|
| 19.12 | 365.68 |
| 19.35 | 365.89 |
| 19.60 | 366.12 |
| 19.87 | 366.38 |
| 20.17 | 366.70 |
| 20.61 | 367.17 |
| 21.48 | 368.13 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2661 | - | N.4 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9788 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.20 | 360.66 |
| 12.06 | 361.00 |
| 12.49 | 361.17 |
| 12.80 | 361.30 |
| 13.06 | 361.42 |
| 13.31 | 361.54 |
| 13.55 | 361.66 |
| 13.79 | 361.78 |
| 14.04 | 361.91 |
| 14.30 | 362.06 |
| 14.55 | 362.20 |
| 14.80 | 362.34 |
| 15.04 | 362.48 |
| 15.29 | 362.63 |
| 15.53 | 362.77 |
| 15.78 | 362.92 |
| 16.03 | 363.07 |
| 16.29 | 363.23 |
| 16.54 | 363.39 |
| 16.78 | 363.55 |
| 17.02 | 363.71 |
| 17.27 | 363.88 |
| 17.51 | 364.05 |
| 17.76 | 364.23 |
| 18.02 | 364.42 |
| 18.30 | 364.62 |
| 18.55 | 364.82 |

|       |        |
|-------|--------|
| 18.78 | 365.03 |
| 19.01 | 365.24 |
| 19.25 | 365.49 |
| 19.50 | 365.78 |
| 19.80 | 366.14 |
| 20.23 | 366.69 |
| 21.11 | 367.86 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2661 | - | N.5 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9577 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.10 | 360.58 |
| 12.02 | 361.01 |
| 12.48 | 361.23 |
| 12.81 | 361.39 |
| 13.10 | 361.54 |
| 13.36 | 361.68 |
| 13.62 | 361.82 |
| 13.88 | 361.97 |
| 14.15 | 362.13 |
| 14.43 | 362.30 |
| 14.70 | 362.46 |
| 14.97 | 362.63 |
| 15.23 | 362.79 |
| 15.50 | 362.94 |
| 15.76 | 363.10 |
| 16.04 | 363.26 |
| 16.31 | 363.42 |
| 16.60 | 363.58 |
| 16.86 | 363.74 |
| 17.12 | 363.91 |
| 17.37 | 364.08 |
| 17.62 | 364.28 |
| 17.87 | 364.47 |
| 18.13 | 364.69 |
| 18.40 | 364.93 |
| 18.69 | 365.19 |
| 18.96 | 365.45 |

|       |        |
|-------|--------|
| 19.23 | 365.71 |
| 19.50 | 365.97 |
| 19.76 | 366.23 |
| 20.06 | 366.52 |
| 20.38 | 366.86 |
| 20.85 | 367.35 |
| 21.76 | 368.30 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2666 | - | N.6 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9926 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.01 | 360.51 |
| 11.88 | 360.75 |
| 12.30 | 360.87 |
| 12.59 | 360.96 |
| 12.84 | 361.06 |
| 13.08 | 361.16 |
| 13.30 | 361.27 |
| 13.53 | 361.39 |
| 13.77 | 361.53 |
| 14.04 | 361.69 |
| 14.30 | 361.85 |
| 14.54 | 362.00 |
| 14.79 | 362.15 |
| 15.03 | 362.31 |
| 15.27 | 362.46 |
| 15.52 | 362.62 |
| 15.76 | 362.78 |
| 16.01 | 362.95 |
| 16.26 | 363.11 |
| 16.50 | 363.28 |
| 16.74 | 363.45 |
| 16.98 | 363.62 |
| 17.23 | 363.79 |
| 17.48 | 363.97 |
| 17.73 | 364.16 |
| 18.01 | 364.36 |
| 18.24 | 364.55 |

|       |        |
|-------|--------|
| 18.47 | 364.75 |
| 18.69 | 364.96 |
| 18.93 | 365.21 |
| 19.18 | 365.50 |
| 19.47 | 365.86 |
| 19.89 | 366.42 |
| 20.76 | 367.60 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2668 | - | N.7 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9985 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.26 | 360.70 |
| 12.16 | 361.04 |
| 12.62 | 361.22 |
| 12.94 | 361.35 |
| 13.23 | 361.48 |
| 13.49 | 361.59 |
| 13.74 | 361.71 |
| 14.00 | 361.84 |
| 14.27 | 361.97 |
| 14.55 | 362.12 |
| 14.81 | 362.26 |
| 15.07 | 362.41 |
| 15.33 | 362.55 |
| 15.59 | 362.71 |
| 15.84 | 362.87 |
| 16.10 | 363.03 |
| 16.36 | 363.20 |
| 16.63 | 363.39 |
| 16.90 | 363.57 |
| 17.16 | 363.74 |
| 17.42 | 363.92 |
| 17.69 | 364.09 |
| 17.95 | 364.26 |
| 18.22 | 364.44 |
| 18.50 | 364.62 |
| 18.81 | 364.81 |
| 19.06 | 364.99 |

|       |        |
|-------|--------|
| 19.30 | 365.18 |
| 19.53 | 365.39 |
| 19.78 | 365.64 |
| 20.03 | 365.95 |
| 20.34 | 366.34 |
| 20.80 | 366.96 |
| 21.75 | 368.30 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2686 | - | N.8 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9590 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.41 | 360.80 |
| 12.26 | 361.15 |
| 12.69 | 361.33 |
| 13.00 | 361.46 |
| 13.27 | 361.58 |
| 13.51 | 361.69 |
| 13.76 | 361.81 |
| 14.01 | 361.93 |
| 14.26 | 362.06 |
| 14.54 | 362.20 |
| 14.78 | 362.34 |
| 15.02 | 362.48 |
| 15.26 | 362.63 |
| 15.50 | 362.79 |
| 15.73 | 362.96 |
| 15.97 | 363.14 |
| 16.21 | 363.33 |
| 16.48 | 363.56 |
| 16.74 | 363.77 |
| 16.99 | 363.97 |
| 17.24 | 364.17 |
| 17.49 | 364.37 |
| 17.73 | 364.56 |
| 17.98 | 364.76 |
| 18.24 | 364.96 |
| 18.51 | 365.16 |
| 18.75 | 365.36 |

|       |        |
|-------|--------|
| 18.99 | 365.56 |
| 19.23 | 365.76 |
| 19.47 | 365.99 |
| 19.73 | 366.25 |
| 20.03 | 366.57 |
| 20.46 | 367.05 |
| 21.33 | 368.02 |

|                           |        |   |     |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2720 | - | N.9 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9795 |
|---------------------------|--------|---|-----|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.30 | 360.73 |
| 12.13 | 361.01 |
| 12.55 | 361.15 |
| 12.84 | 361.26 |
| 13.10 | 361.36 |
| 13.34 | 361.46 |
| 13.57 | 361.56 |
| 13.81 | 361.67 |
| 14.05 | 361.79 |
| 14.32 | 361.92 |
| 14.56 | 362.04 |
| 14.79 | 362.17 |
| 15.02 | 362.31 |
| 15.25 | 362.46 |
| 15.48 | 362.61 |
| 15.71 | 362.77 |
| 15.95 | 362.94 |
| 16.21 | 363.14 |
| 16.46 | 363.33 |
| 16.70 | 363.52 |
| 16.94 | 363.71 |
| 17.17 | 363.91 |
| 17.41 | 364.11 |
| 17.64 | 364.31 |
| 17.89 | 364.53 |
| 18.14 | 364.76 |
| 18.38 | 364.99 |

|       |        |
|-------|--------|
| 18.62 | 365.21 |
| 18.85 | 365.44 |
| 19.09 | 365.69 |
| 19.35 | 365.96 |
| 19.64 | 366.28 |
| 20.06 | 366.75 |
| 20.89 | 367.69 |

|                           |        |   |      |    |   |   |         |        |
|---------------------------|--------|---|------|----|---|---|---------|--------|
| Fattore di sicurezza (FS) | 1.2731 | - | N.10 | -- | X | Y | Lambda= | 0.9774 |
|---------------------------|--------|---|------|----|---|---|---------|--------|

|       |        |
|-------|--------|
| 11.09 | 360.57 |
| 11.99 | 361.00 |
| 12.46 | 361.23 |
| 12.79 | 361.39 |
| 13.09 | 361.53 |
| 13.36 | 361.66 |
| 13.63 | 361.79 |
| 13.89 | 361.91 |
| 14.17 | 362.05 |
| 14.44 | 362.18 |
| 14.70 | 362.31 |
| 14.97 | 362.44 |
| 15.23 | 362.58 |
| 15.49 | 362.72 |
| 15.75 | 362.86 |
| 16.02 | 363.02 |
| 16.30 | 363.18 |
| 16.60 | 363.35 |
| 16.86 | 363.52 |
| 17.12 | 363.70 |
| 17.36 | 363.88 |
| 17.62 | 364.08 |
| 17.86 | 364.29 |
| 18.12 | 364.53 |
| 18.38 | 364.78 |
| 18.67 | 365.07 |
| 18.95 | 365.36 |

|       |        |
|-------|--------|
| 19.22 | 365.63 |
| 19.49 | 365.91 |
| 19.76 | 366.18 |
| 20.05 | 366.50 |
| 20.39 | 366.85 |
| 20.85 | 367.34 |
| 21.76 | 368.30 |

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

| Sup N. | FS    | FTR(kN/m) | FTA(kN/m) | Bilancio(kN/m) | ESITO   |
|--------|-------|-----------|-----------|----------------|---------|
| 1      | 1.259 | 143.8     | 114.2     | 18.2           | Surplus |
| 2      | 1.264 | 146.5     | 115.9     | 19.0           | Surplus |
| 3      | 1.265 | 107.7     | 85.1      | 14.1           | Surplus |
| 4      | 1.266 | 130.3     | 102.9     | 17.1           | Surplus |
| 5      | 1.266 | 113.9     | 90.0      | 14.9           | Surplus |
| 6      | 1.267 | 142.8     | 112.7     | 18.8           | Surplus |
| 7      | 1.267 | 156.1     | 123.2     | 20.6           | Surplus |
| 8      | 1.269 | 108.7     | 85.7      | 14.4           | Surplus |
| 9      | 1.272 | 121.6     | 95.6      | 16.4           | Surplus |
| 10     | 1.273 | 129.7     | 101.9     | 17.6           | Surplus |

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 14.1

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie  
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie  
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

-----

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

| X      | dx    | alpha | w        | ru    | U       | phi ' | (c ',Cu) |
|--------|-------|-------|----------|-------|---------|-------|----------|
| (m)    | (m)   | ( ° ) | ( kN/m ) | ( - ) | ( kPa ) | ( ° ) | ( kPa )  |
| 11.012 | 0.149 | 17.09 | 0.11     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 11.161 | 0.149 | 17.09 | 0.32     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 11.310 | 0.149 | 17.09 | 0.54     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 11.459 | 0.149 | 17.09 | 0.75     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 11.608 | 0.149 | 17.09 | 0.96     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 11.757 | 0.149 | 17.09 | 1.18     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 11.906 | 0.004 | 17.09 | 0.04     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 11.910 | 0.149 | 17.96 | 1.39     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.059 | 0.149 | 17.96 | 1.60     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.208 | 0.143 | 17.96 | 1.73     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.351 | 0.149 | 19.66 | 1.99     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.500 | 0.149 | 19.66 | 2.18     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.649 | 0.007 | 19.66 | 0.11     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.656 | 0.149 | 21.54 | 2.37     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.805 | 0.115 | 21.54 | 1.95     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 12.920 | 0.149 | 23.79 | 2.66     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.069 | 0.099 | 23.79 | 1.85     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.168 | 0.149 | 25.47 | 2.89     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.317 | 0.088 | 25.47 | 1.76     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.405 | 0.149 | 27.11 | 3.09     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.554 | 0.096 | 27.11 | 2.05     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.650 | 0.149 | 28.59 | 3.26     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.799 | 0.104 | 28.59 | 2.33     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 13.903 | 0.149 | 29.86 | 3.41     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.052 | 0.127 | 29.86 | 2.97     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.179 | 0.149 | 30.25 | 3.55     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.328 | 0.115 | 30.25 | 2.79     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.442 | 0.149 | 30.67 | 3.68     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.591 | 0.108 | 30.67 | 2.70     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.699 | 0.149 | 31.09 | 3.79     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.848 | 0.104 | 31.09 | 2.68     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |
| 14.952 | 0.149 | 31.52 | 3.90     | 0.00  | 0.00    | 38.00 | 1.00     |

|        |       |       |      |      |      |       |      |
|--------|-------|-------|------|------|------|-------|------|
| 15.101 | 0.103 | 31.52 | 2.73 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 15.204 | 0.149 | 31.94 | 3.99 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 15.353 | 0.103 | 31.94 | 2.79 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 15.456 | 0.149 | 32.35 | 4.08 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 15.605 | 0.106 | 32.35 | 2.92 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 15.710 | 0.149 | 32.75 | 4.16 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 15.859 | 0.111 | 32.75 | 3.12 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 15.970 | 0.149 | 33.13 | 4.23 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.119 | 0.120 | 33.13 | 3.44 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.239 | 0.149 | 34.10 | 4.29 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.388 | 0.105 | 34.10 | 3.04 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.493 | 0.047 | 35.13 | 1.36 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.540 | 0.149 | 35.13 | 4.33 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.689 | 0.053 | 35.13 | 1.54 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.742 | 0.149 | 36.19 | 4.34 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.891 | 0.095 | 36.19 | 2.76 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 16.986 | 0.149 | 37.21 | 4.33 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.135 | 0.101 | 37.21 | 2.93 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.236 | 0.149 | 38.22 | 4.30 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.385 | 0.097 | 38.22 | 2.77 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.481 | 0.149 | 39.19 | 4.24 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.630 | 0.103 | 39.19 | 2.90 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.733 | 0.149 | 40.09 | 4.16 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.882 | 0.112 | 40.09 | 3.08 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 17.994 | 0.149 | 40.88 | 4.05 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 18.143 | 0.131 | 40.88 | 3.49 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 18.273 | 0.149 | 42.19 | 3.91 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 18.422 | 0.107 | 42.19 | 2.76 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 18.530 | 0.149 | 43.60 | 3.74 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 18.679 | 0.099 | 43.60 | 2.43 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 18.778 | 0.149 | 45.04 | 3.53 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 18.927 | 0.092 | 45.04 | 2.11 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.019 | 0.149 | 46.40 | 3.29 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.168 | 0.100 | 46.40 | 2.12 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.268 | 0.149 | 48.08 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.417 | 0.121 | 48.08 | 2.29 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |

|        |       |       |      |      |      |       |      |
|--------|-------|-------|------|------|------|-------|------|
| 19.538 | 0.149 | 49.35 | 2.63 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.687 | 0.149 | 49.35 | 2.41 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.836 | 0.011 | 49.35 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.847 | 0.149 | 50.45 | 2.15 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 19.996 | 0.149 | 50.45 | 1.91 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 20.145 | 0.145 | 50.45 | 1.62 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 20.290 | 0.149 | 51.00 | 1.41 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 20.439 | 0.149 | 51.00 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 20.588 | 0.149 | 51.00 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 20.737 | 0.149 | 51.00 | 0.64 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 20.886 | 0.149 | 51.00 | 0.38 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |
| 21.035 | 0.142 | 51.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 1.00 |

LEGENDA SIMBOLI

- X(m) : Ascissa sinistra concio
- dx(m) : Larghezza concio
- alpha(°) : Angolo pendenza base concio
- W(kN/m) : Forza peso concio
- ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
- U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
- phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
- c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

| X      | ht    | yt      | yt'   | E(x)              | T(x)              | E'                | rho(x) | FS_qFEM | FS_srmFEM |
|--------|-------|---------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|---------|-----------|
| (m)    | (m)   | (m)     | (--)  | (kN/m)            | (kN/m)            | (kN)              | (--)   | (--)    | (--)      |
| 11.012 | 0.000 | 360.516 | 0.391 | 0.0000000000E+000 | 0.0000000000E+000 | 5.0006111060E-001 | 0.042  | 2.977   | 2.121     |
| 11.161 | 0.012 | 360.574 | 0.391 | 1.4788947102E-001 | 1.3950887603E-003 | 1.4855448448E+000 | 0.042  | 2.977   | 2.121     |
| 11.310 | 0.025 | 360.633 | 0.391 | 4.4257812721E-001 | 1.6876668913E-002 | 2.0440371402E+000 | 0.052  | 3.061   | 1.992     |
| 11.459 | 0.037 | 360.691 | 0.435 | 7.5685535487E-001 | 7.6291118205E-002 | 2.6431875293E+000 | 0.087  | 5.037   | 2.094     |
| 11.608 | 0.063 | 360.762 | 0.422 | 1.2300447531E+000 | 2.3663446359E-001 | 2.9664631792E+000 | 0.138  | 5.572   | 2.066     |
| 11.757 | 0.072 | 360.817 | 0.355 | 1.6406332649E+000 | 4.2021773740E-001 | 2.7310942444E+000 | 0.195  | 4.410   | 1.974     |
| 11.906 | 0.077 | 360.868 | 0.342 | 2.0437008202E+000 | 6.1911203617E-001 | 2.5420062146E+000 | 0.298  | 3.556   | 1.884     |

|        |       |         |       |                   |                   |                    |       |       |       |
|--------|-------|---------|-------|-------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| 11.910 | 0.077 | 360.869 | 0.392 | 2.0548855694E+000 | 6.2520220937E-001 | 2.5647237392E+000  | 0.301 | 3.533 | 1.881 |
| 12.059 | 0.087 | 360.928 | 0.404 | 2.5756856797E+000 | 9.4231745348E-001 | 3.7482494648E+000  | 0.420 | 2.612 | 1.740 |
| 12.208 | 0.101 | 360.989 | 0.425 | 3.1715756742E+000 | 1.3401182673E+000 | 4.1689469463E+000  | 0.510 | 1.986 | 1.598 |
| 12.351 | 0.117 | 361.052 | 0.446 | 3.7908837104E+000 | 1.7804302953E+000 | 4.4026713475E+000  | 0.585 | 1.615 | 1.478 |
| 12.500 | 0.131 | 361.119 | 0.445 | 4.4578572519E+000 | 2.2778066297E+000 | 4.3509640048E+000  | 0.662 | 1.370 | 1.379 |
| 12.649 | 0.143 | 361.184 | 0.434 | 5.0871364001E+000 | 2.7626962929E+000 | 3.6149834156E+000  | 0.728 | 1.225 | 1.306 |
| 12.656 | 0.143 | 361.187 | 0.422 | 5.1130193482E+000 | 2.7832693815E+000 | 3.5949803272E+000  | 0.730 | 1.221 | 1.303 |
| 12.805 | 0.147 | 361.250 | 0.432 | 5.6778329607E+000 | 3.2369828312E+000 | 3.7621551521E+000  | 0.773 | 1.141 | 1.252 |
| 12.920 | 0.153 | 361.301 | 0.467 | 6.1079572054E+000 | 3.5879653247E+000 | 3.7360489626E+000  | 0.802 | 1.097 | 1.219 |
| 13.069 | 0.159 | 361.374 | 0.492 | 6.6638458878E+000 | 4.0496095810E+000 | 3.6416042885E+000  | 0.835 | 1.053 | 1.184 |
| 13.168 | 0.166 | 361.423 | 0.536 | 7.0181972164E+000 | 4.3463473369E+000 | 3.5931287753E+000  | 0.854 | 1.033 | 1.165 |
| 13.317 | 0.178 | 361.506 | 0.544 | 7.5559924149E+000 | 4.8008895827E+000 | 3.2338511627E+000  | 0.882 | 1.009 | 1.140 |
| 13.405 | 0.182 | 361.552 | 0.527 | 7.8203158567E+000 | 5.0251931947E+000 | 2.9038137400E+000  | 0.895 | 1.002 | 1.130 |
| 13.554 | 0.185 | 361.631 | 0.536 | 8.2254949432E+000 | 5.3710177710E+000 | 2.5071323917E+000  | 0.913 | 0.994 | 1.117 |
| 13.650 | 0.188 | 361.683 | 0.566 | 8.4527661082E+000 | 5.5650816957E+000 | 2.3521823656E+000  | 0.923 | 0.993 | 1.110 |
| 13.799 | 0.193 | 361.770 | 0.581 | 8.7990077590E+000 | 5.8620737915E+000 | 2.1262780850E+000  | 0.936 | 0.992 | 1.103 |
| 13.903 | 0.197 | 361.830 | 0.595 | 9.0055862615E+000 | 6.0390690787E+000 | 1.9891626795E+000  | 0.944 | 0.993 | 1.100 |
| 14.052 | 0.201 | 361.920 | 0.605 | 9.3021218598E+000 | 6.2933965043E+000 | 1.8261751811E+000  | 0.954 | 0.993 | 1.097 |
| 14.179 | 0.205 | 361.997 | 0.628 | 9.5162582964E+000 | 6.4755450698E+000 | 1.6816448839E+000  | 0.960 | 0.993 | 1.097 |
| 14.328 | 0.215 | 362.094 | 0.626 | 9.7660151698E+000 | 6.6846375837E+000 | 1.5174218326E+000  | 0.967 | 0.992 | 1.099 |
| 14.442 | 0.216 | 362.162 | 0.627 | 9.9262345226E+000 | 6.8151528364E+000 | 1.3981582704E+000  | 0.971 | 0.993 | 1.101 |
| 14.591 | 0.225 | 362.259 | 0.621 | 1.0135190287E+001 | 6.9816652175E+000 | 1.2616914688E+000  | 0.975 | 0.994 | 1.105 |
| 14.699 | 0.224 | 362.322 | 0.613 | 1.0260141831E+001 | 7.0778901606E+000 | 1.1620749845E+000  | 0.976 | 0.997 | 1.108 |
| 14.848 | 0.228 | 362.416 | 0.619 | 1.0433743711E+001 | 7.2099423470E+000 | 1.0690302057E+000  | 0.978 | 1.002 | 1.114 |
| 14.952 | 0.228 | 362.478 | 0.625 | 1.0537740887E+001 | 7.2878224873E+000 | 9.9457106503E-001  | 0.979 | 1.007 | 1.118 |
| 15.101 | 0.233 | 362.574 | 0.629 | 1.0684334474E+001 | 7.3975516753E+000 | 8.9240113495E-001  | 0.980 | 1.014 | 1.124 |
| 15.204 | 0.232 | 362.637 | 0.635 | 1.0769839535E+001 | 7.4613502348E+000 | 8.1342305933E-001  | 0.981 | 1.020 | 1.128 |
| 15.353 | 0.236 | 362.734 | 0.644 | 1.0887679575E+001 | 7.5499910904E+000 | 7.0535908567E-001  | 0.982 | 1.028 | 1.136 |
| 15.456 | 0.237 | 362.799 | 0.642 | 1.0954132153E+001 | 7.6001500305E+000 | 6.2509337373E-001  | 0.982 | 1.033 | 1.141 |
| 15.605 | 0.240 | 362.896 | 0.652 | 1.1042696743E+001 | 7.6674500579E+000 | 5.1660158422E-001  | 0.982 | 1.041 | 1.150 |
| 15.710 | 0.242 | 362.965 | 0.662 | 1.1091448944E+001 | 7.7043845461E+000 | 4.2987873882E-001  | 0.982 | 1.047 | 1.156 |
| 15.859 | 0.245 | 363.065 | 0.689 | 1.1148886722E+001 | 7.7485348806E+000 | 3.0275496050E-001  | 0.982 | 1.056 | 1.166 |
| 15.970 | 0.254 | 363.144 | 0.740 | 1.1175619039E+001 | 7.7696366405E+000 | 1.7445427139E-001  | 0.982 | 1.065 | 1.174 |
| 16.119 | 0.269 | 363.257 | 0.723 | 1.1188268330E+001 | 7.7827466181E+000 | -1.0614889773E-002 | 0.981 | 1.080 | 1.184 |
| 16.239 | 0.273 | 363.339 | 0.687 | 1.1177741899E+001 | 7.7793150358E+000 | -1.7699383467E-001 | 0.981 | 1.094 | 1.191 |
| 16.388 | 0.275 | 363.442 | 0.653 | 1.1134869061E+001 | 7.7574859896E+000 | -3.7236234162E-001 | 0.981 | 1.114 | 1.198 |

|        |       |         |       |                    |                    |                    |       |       |       |
|--------|-------|---------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| 16.493 | 0.267 | 363.505 | 0.606 | 1.1089603462E+001  | 7.7324294994E+000  | -5.0503546990E-001 | 0.981 | 1.128 | 1.202 |
| 16.540 | 0.263 | 363.534 | 0.636 | 1.1064423375E+001  | 7.7183823504E+000  | -5.8412508464E-001 | 0.981 | 1.134 | 1.203 |
| 16.689 | 0.253 | 363.629 | 0.659 | 1.0955425419E+001  | 7.6554797662E+000  | -8.8527022405E-001 | 0.981 | 1.155 | 1.208 |
| 16.742 | 0.254 | 363.667 | 0.725 | 1.0905681395E+001  | 7.6258918016E+000  | -9.9910399268E-001 | 0.981 | 1.164 | 1.210 |
| 16.891 | 0.254 | 363.775 | 0.731 | 1.0732003575E+001  | 7.5211421228E+000  | -1.2908810904E+000 | 0.981 | 1.188 | 1.215 |
| 16.986 | 0.253 | 363.845 | 0.744 | 1.0602062681E+001  | 7.4411093923E+000  | -1.5207325086E+000 | 0.981 | 1.205 | 1.218 |
| 17.135 | 0.252 | 363.957 | 0.753 | 1.0340355610E+001  | 7.2777153955E+000  | -1.8828396932E+000 | 0.981 | 1.233 | 1.225 |
| 17.236 | 0.252 | 364.033 | 0.776 | 1.0141475527E+001  | 7.1520936612E+000  | -2.0548929628E+000 | 0.980 | 1.252 | 1.229 |
| 17.385 | 0.252 | 364.151 | 0.775 | 9.8163551870E+000  | 6.9451732272E+000  | -2.1665050116E+000 | 0.980 | 1.277 | 1.237 |
| 17.481 | 0.249 | 364.223 | 0.779 | 9.6078683422E+000  | 6.8118110182E+000  | -2.2728617383E+000 | 0.980 | 1.291 | 1.242 |
| 17.630 | 0.246 | 364.342 | 0.798 | 9.2424988789E+000  | 6.5760270985E+000  | -2.4229282262E+000 | 0.978 | 1.309 | 1.250 |
| 17.733 | 0.244 | 364.424 | 0.810 | 8.9951314476E+000  | 6.4146898341E+000  | -2.5916494095E+000 | 0.977 | 1.320 | 1.256 |
| 17.882 | 0.241 | 364.546 | 0.819 | 8.5682708642E+000  | 6.1301018954E+000  | -2.8287546833E+000 | 0.975 | 1.334 | 1.267 |
| 17.994 | 0.238 | 364.638 | 0.848 | 8.2557390775E+000  | 5.9178889494E+000  | -3.0109063169E+000 | 0.972 | 1.344 | 1.275 |
| 18.143 | 0.239 | 364.767 | 0.865 | 7.7655182992E+000  | 5.5784143458E+000  | -3.2402660891E+000 | 0.968 | 1.358 | 1.288 |
| 18.273 | 0.238 | 364.880 | 0.900 | 7.3477189660E+000  | 5.2850483958E+000  | -3.3786149577E+000 | 0.963 | 1.373 | 1.299 |
| 18.422 | 0.243 | 365.019 | 0.900 | 6.8134074178E+000  | 4.9085610360E+000  | -3.4384930886E+000 | 0.956 | 1.392 | 1.314 |
| 18.530 | 0.236 | 365.110 | 0.893 | 6.4559874486E+000  | 4.6566412849E+000  | -3.4748416176E+000 | 0.950 | 1.410 | 1.324 |
| 18.679 | 0.232 | 365.248 | 0.894 | 5.9087432374E+000  | 4.2705768783E+000  | -3.5162660557E+000 | 0.941 | 1.437 | 1.340 |
| 18.778 | 0.222 | 365.332 | 0.887 | 5.5698174209E+000  | 4.0305875232E+000  | -3.5118464778E+000 | 0.934 | 1.457 | 1.350 |
| 18.927 | 0.209 | 365.468 | 0.900 | 5.0242186018E+000  | 3.6404431848E+000  | -3.5645385569E+000 | 0.920 | 1.487 | 1.367 |
| 19.019 | 0.198 | 365.549 | 0.943 | 4.7027029828E+000  | 3.4075520879E+000  | -3.5990052606E+000 | 0.911 | 1.506 | 1.378 |
| 19.168 | 0.187 | 365.695 | 1.013 | 4.1436346585E+000  | 2.9957737688E+000  | -3.9736094685E+000 | 0.890 | 1.533 | 1.399 |
| 19.268 | 0.188 | 365.801 | 1.078 | 3.7307027237E+000  | 2.6854343229E+000  | -4.0700437806E+000 | 0.869 | 1.549 | 1.416 |
| 19.417 | 0.185 | 365.964 | 1.068 | 3.1359094897E+000  | 2.2357899116E+000  | -3.7983783498E+000 | 0.836 | 1.564 | 1.445 |
| 19.538 | 0.176 | 366.090 | 1.047 | 2.6950195527E+000  | 1.9021209995E+000  | -3.5705665701E+000 | 0.806 | 1.571 | 1.470 |
| 19.687 | 0.159 | 366.246 | 1.023 | 2.1758982648E+000  | 1.5125488494E+000  | -3.2220636801E+000 | 0.767 | 1.570 | 1.505 |
| 19.836 | 0.134 | 366.395 | 1.001 | 1.7350923488E+000  | 1.1884548681E+000  | -2.9075753804E+000 | 0.726 | 1.564 | 1.539 |
| 19.847 | 0.133 | 366.406 | 1.112 | 1.7041115545E+000  | 1.1659085831E+000  | -2.8844418355E+000 | 0.723 | 1.564 | 1.542 |
| 19.996 | 0.119 | 366.572 | 1.114 | 1.3148661999E+000  | 8.9132428722E-001  | -2.5315973105E+000 | 0.667 | 1.553 | 1.576 |
| 20.145 | 0.104 | 366.738 | 1.114 | 9.4989023270E-001  | 6.4268698571E-001  | -2.3116029773E+000 | 0.543 | 1.540 | 1.613 |
| 20.290 | 0.090 | 366.900 | 1.124 | 6.3340245017E-001  | 4.3626976961E-001  | -2.0510104735E+000 | 0.358 | 1.532 | 1.654 |
| 20.439 | 0.075 | 367.069 | 1.153 | 3.4700826625E-001  | 2.5763908047E-001  | -1.8331196479E+000 | 0.211 | 1.520 | 1.720 |
| 20.588 | 0.066 | 367.244 | 1.171 | 8.7273759727E-002  | 1.0094758694E-001  | -1.3877131131E+000 | 0.142 | 1.517 | 1.781 |
| 20.737 | 0.056 | 367.418 | 1.141 | -6.6423528030E-002 | 1.9660560561E-002  | -7.5194871906E-001 | 0.092 | 1.566 | 1.868 |
| 20.886 | 0.038 | 367.584 | 1.095 | -1.3674913463E-001 | -5.9149028485E-003 | -1.8058157545E-001 | 0.055 | 1.897 | 2.218 |

21.035      0.014      367.744      1.095    -1.2022295102E-001    -5.6615426626E-004    4.8642126693E-001      0.042      3.780      4.191

-----

LEGENDA SIMBOLI

X(m)            : Ascissa sinistra concio  
ht(m)           : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio  
yt(m)           : coordinata Y linea di trust  
yt'(-)          : gradiente pendenza locale linea di trust  
E(x)(kN/m)      : Forza Normale interconcio  
T(x)(kN/m)      : Forza Tangenziale interconcio  
E' (kN)          : derivata Forza normale interconcio  
Rho(x) (-)      : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)  
FS\_qFEM(x)(-)   : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM  
FS\_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

-----

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

-----

| X      | dx    | dl    | alpha  | TauStress | TauF   | TauStrength | TauS   |
|--------|-------|-------|--------|-----------|--------|-------------|--------|
| (m)    | (m)   | (m)   | (°)    | (kPa)     | (kN/m) | (kPa)       | (kN/m) |
| 11.012 | 0.149 | 0.156 | 17.094 | 0.202     | 0.031  | 1.516       | 0.236  |
| 11.161 | 0.149 | 0.156 | 17.094 | 0.606     | 0.094  | 2.576       | 0.401  |
| 11.310 | 0.149 | 0.156 | 17.094 | 1.009     | 0.157  | 3.708       | 0.578  |
| 11.459 | 0.149 | 0.156 | 17.094 | 1.413     | 0.220  | 4.978       | 0.776  |
| 11.608 | 0.149 | 0.156 | 17.094 | 1.817     | 0.283  | 6.059       | 0.944  |
| 11.757 | 0.149 | 0.156 | 17.094 | 2.220     | 0.346  | 7.122       | 1.110  |
| 11.906 | 0.004 | 0.005 | 17.094 | 2.428     | 0.011  | 7.667       | 0.035  |
| 11.910 | 0.149 | 0.157 | 17.959 | 2.744     | 0.430  | 8.333       | 1.305  |
| 12.059 | 0.149 | 0.157 | 17.959 | 3.149     | 0.493  | 9.491       | 1.486  |
| 12.208 | 0.143 | 0.150 | 17.959 | 3.545     | 0.533  | 10.585      | 1.591  |
| 12.351 | 0.149 | 0.158 | 19.658 | 4.240     | 0.671  | 11.254      | 1.780  |
| 12.500 | 0.149 | 0.158 | 19.658 | 4.641     | 0.734  | 12.107      | 1.915  |
| 12.649 | 0.007 | 0.008 | 19.658 | 4.851     | 0.037  | 12.448      | 0.095  |
| 12.656 | 0.149 | 0.160 | 21.536 | 5.434     | 0.870  | 12.507      | 2.003  |
| 12.805 | 0.115 | 0.124 | 21.536 | 5.778     | 0.715  | 13.190      | 1.631  |
| 12.920 | 0.149 | 0.163 | 23.787 | 6.589     | 1.073  | 13.266      | 2.160  |

|        |       |       |        |        |       |        |       |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 13.069 | 0.099 | 0.108 | 23.787 | 6.890  | 0.745 | 13.780 | 1.490 |
| 13.168 | 0.149 | 0.165 | 25.465 | 7.540  | 1.244 | 13.821 | 2.280 |
| 13.317 | 0.088 | 0.097 | 25.465 | 7.805  | 0.759 | 14.183 | 1.379 |
| 13.405 | 0.149 | 0.167 | 27.110 | 8.407  | 1.407 | 14.082 | 2.357 |
| 13.554 | 0.096 | 0.108 | 27.110 | 8.653  | 0.932 | 14.424 | 1.554 |
| 13.650 | 0.149 | 0.170 | 28.590 | 9.194  | 1.560 | 14.326 | 2.430 |
| 13.799 | 0.104 | 0.118 | 28.590 | 9.416  | 1.114 | 14.624 | 1.731 |
| 13.903 | 0.149 | 0.172 | 29.858 | 9.883  | 1.697 | 14.526 | 2.495 |
| 14.052 | 0.127 | 0.146 | 29.858 | 10.092 | 1.478 | 14.799 | 2.167 |
| 14.179 | 0.149 | 0.172 | 30.252 | 10.376 | 1.789 | 14.950 | 2.578 |
| 14.328 | 0.115 | 0.133 | 30.252 | 10.566 | 1.405 | 15.195 | 2.021 |
| 14.442 | 0.149 | 0.173 | 30.668 | 10.836 | 1.877 | 15.305 | 2.651 |
| 14.591 | 0.108 | 0.125 | 30.668 | 11.010 | 1.379 | 15.528 | 1.945 |
| 14.699 | 0.149 | 0.174 | 31.093 | 11.265 | 1.960 | 15.608 | 2.715 |
| 14.848 | 0.104 | 0.121 | 31.093 | 11.424 | 1.385 | 15.812 | 1.917 |
| 14.952 | 0.149 | 0.175 | 31.522 | 11.666 | 2.039 | 15.865 | 2.772 |
| 15.101 | 0.103 | 0.121 | 31.522 | 11.812 | 1.429 | 16.051 | 1.942 |
| 15.204 | 0.149 | 0.176 | 31.943 | 12.039 | 2.113 | 16.085 | 2.824 |
| 15.353 | 0.103 | 0.121 | 31.943 | 12.174 | 1.475 | 16.254 | 1.970 |
| 15.456 | 0.149 | 0.176 | 32.355 | 12.386 | 2.184 | 16.270 | 2.869 |
| 15.605 | 0.106 | 0.125 | 32.355 | 12.510 | 1.565 | 16.424 | 2.055 |
| 15.710 | 0.149 | 0.177 | 32.754 | 12.708 | 2.251 | 16.427 | 2.910 |
| 15.859 | 0.111 | 0.132 | 32.754 | 12.821 | 1.690 | 16.567 | 2.184 |
| 15.970 | 0.149 | 0.178 | 33.130 | 13.004 | 2.313 | 16.565 | 2.947 |
| 16.119 | 0.120 | 0.143 | 33.130 | 13.109 | 1.880 | 16.694 | 2.394 |
| 16.239 | 0.149 | 0.180 | 34.101 | 13.384 | 2.408 | 16.451 | 2.960 |
| 16.388 | 0.105 | 0.127 | 34.101 | 13.452 | 1.703 | 16.534 | 2.093 |
| 16.493 | 0.047 | 0.057 | 35.132 | 13.671 | 0.783 | 16.200 | 0.928 |
| 16.540 | 0.149 | 0.182 | 35.132 | 13.696 | 2.495 | 16.236 | 2.957 |
| 16.689 | 0.053 | 0.065 | 35.132 | 13.721 | 0.888 | 16.274 | 1.053 |
| 16.742 | 0.149 | 0.185 | 36.185 | 13.896 | 2.565 | 15.906 | 2.936 |
| 16.891 | 0.095 | 0.117 | 36.185 | 13.890 | 1.632 | 15.912 | 1.869 |
| 16.986 | 0.149 | 0.187 | 37.205 | 14.009 | 2.620 | 15.538 | 2.906 |
| 17.135 | 0.101 | 0.127 | 37.205 | 13.964 | 1.772 | 15.508 | 1.967 |
| 17.236 | 0.149 | 0.190 | 38.216 | 14.025 | 2.659 | 15.096 | 2.862 |
| 17.385 | 0.097 | 0.123 | 38.216 | 13.942 | 1.716 | 15.013 | 1.848 |

|        |       |       |        |        |       |        |       |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 17.481 | 0.149 | 0.192 | 39.190 | 13.941 | 2.679 | 14.592 | 2.805 |
| 17.630 | 0.103 | 0.133 | 39.190 | 13.815 | 1.835 | 14.470 | 1.922 |
| 17.733 | 0.149 | 0.195 | 40.091 | 13.749 | 2.677 | 14.072 | 2.740 |
| 17.882 | 0.112 | 0.146 | 40.091 | 13.580 | 1.981 | 13.914 | 2.029 |
| 17.994 | 0.149 | 0.197 | 40.884 | 13.449 | 2.650 | 13.539 | 2.668 |
| 18.143 | 0.131 | 0.173 | 40.884 | 13.228 | 2.287 | 13.334 | 2.306 |
| 18.273 | 0.149 | 0.201 | 42.189 | 13.045 | 2.623 | 12.744 | 2.562 |
| 18.422 | 0.107 | 0.145 | 42.189 | 12.782 | 1.851 | 12.481 | 1.807 |
| 18.530 | 0.149 | 0.206 | 43.601 | 12.525 | 2.576 | 11.843 | 2.436 |
| 18.679 | 0.099 | 0.137 | 43.601 | 12.203 | 1.674 | 11.541 | 1.583 |
| 18.778 | 0.149 | 0.211 | 45.038 | 11.854 | 2.499 | 10.876 | 2.293 |
| 18.927 | 0.092 | 0.130 | 45.038 | 11.474 | 1.490 | 10.560 | 1.371 |
| 19.019 | 0.149 | 0.216 | 46.404 | 11.039 | 2.385 | 9.923  | 2.144 |
| 19.168 | 0.100 | 0.145 | 46.404 | 10.577 | 1.537 | 9.665  | 1.404 |
| 19.268 | 0.149 | 0.223 | 48.080 | 10.014 | 2.233 | 8.861  | 1.976 |
| 19.417 | 0.121 | 0.181 | 48.080 | 9.416  | 1.707 | 8.369  | 1.517 |
| 19.538 | 0.149 | 0.229 | 49.354 | 8.725  | 1.995 | 7.612  | 1.741 |
| 19.687 | 0.149 | 0.229 | 49.354 | 7.983  | 1.826 | 6.987  | 1.598 |
| 19.836 | 0.011 | 0.016 | 49.354 | 7.586  | 0.124 | 6.703  | 0.110 |
| 19.847 | 0.149 | 0.234 | 50.449 | 7.103  | 1.662 | 6.138  | 1.436 |
| 19.996 | 0.149 | 0.234 | 50.449 | 6.289  | 1.471 | 5.560  | 1.301 |
| 20.145 | 0.145 | 0.228 | 50.449 | 5.484  | 1.252 | 4.966  | 1.134 |
| 20.290 | 0.149 | 0.237 | 50.996 | 4.642  | 1.099 | 4.304  | 1.019 |
| 20.439 | 0.149 | 0.237 | 50.996 | 3.791  | 0.897 | 3.721  | 0.881 |
| 20.588 | 0.149 | 0.237 | 50.996 | 2.940  | 0.696 | 3.027  | 0.717 |
| 20.737 | 0.149 | 0.237 | 50.996 | 2.089  | 0.494 | 2.374  | 0.562 |
| 20.886 | 0.149 | 0.237 | 50.996 | 1.238  | 0.293 | 1.772  | 0.420 |
| 21.035 | 0.142 | 0.226 | 50.996 | 0.406  | 0.092 | 1.256  | 0.284 |

-----

LEGENDA SIMBOLI

- X(m) : Ascissa sinistra concio
- dx(m) : Larghezza concio
- dl(m) : lunghezza base concio
- alpha(°) : Angolo pendenza base concio
- TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
- TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio

TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

-----

# **APPENDICE F**

## **Relazione schematica di ottemperanza**

# VERIFICA DI OTTEMPERANZA INVARIANZA ATTUAZIONE PRESCRIZIONI DI VIA E RIPRISTINO AMBIENTALE

## PRESCRIZIONI

| Presc.<br>n°                     | RICHIESTA                                                                                                                                                                                                     | ATTUAZIONE |    |                         |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|-------------------------|
|                                  |                                                                                                                                                                                                               | SI         | NO | Motivazione se negativa |
| D.G.R. n. 22-2298 del 04/07/2011 |                                                                                                                                                                                                               |            |    |                         |
| 1                                | Nessun lavoro di coltivazione è ammesso a quote inferiori a 360 m e a quote superiori a 423,30 m s.l.m.;                                                                                                      | x          |    |                         |
| 2                                | La coltivazione sia attuata procedendo dall'alto verso il basso nel rispetto delle distanze di salvaguardia e della configurazione delle scarpate prevista al termine della coltivazione;                     | x          |    |                         |
| 3                                | La coltivazione avvenga per fette orizzontali discendenti dall'alto verso il basso con profilo finale a gradoni secondo le indicazioni di progetto;                                                           | x          |    |                         |
| 4                                | I fossi di scolo per la regimazione delle acque superficiali e le vasche di decantazione siano oggetto di periodici interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria per conservare la loro funzionalità; | x          |    |                         |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5</b> | In fase di coltivazione devono essere adottate tutte le misure previste dalla vigente normativa in materia di abbattimento delle polveri; in particolare, il piazzale e le strade di servizio interne all'area di coltivazione, devono essere costantemente umidificate;                                                                                                                                                                                                                            | <b>x</b> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>6</b> | Estrema attenzione dovrà essere posta alla riprofilatura dei fronti di scavo residui in copertura detritica, i quali dovranno presentare pendenze adeguate alle caratteristiche geotecniche dei materiali;                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>x</b> |  | La coltivazione si è evoluta seguendo le prescrizioni da progetto, tuttavia si sono riscontrate notevoli difficoltà tecniche nel configurare, garantendone la stabilità, i fronti interessati dal riporto.<br>Pertanto, in relazione all'esperienza acquisita e in accordo con il parere della Commissione Tecnica Regionale a seguito del sopralluogo di Controllo effettuato in data 14/11/2019, si è deciso di ridurre l'inclinazione dei fronti di riporto da 45° a 36°. |
| <b>7</b> | Al fine della verifica dell'effettivo rispetto dei limiti acustici, il proponente dovrà effettuare, durante la fase di coltivazione della miniera, campagne di monitoraggio presso i ricettori sensibili, come previsto al punto "8, <i>Verifica in fase di esercizio</i> " della relazione di impatto acustico; le modalità di effettuazione di tali campagne devono essere preventivamente concordate con il Settore regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva e con ARPA Piemonte; | <b>x</b> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |  |  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|
| <b>8</b>  | Con scadenza quinquennale, il proponente è tenuto a presentare al Settore regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva ed all'ARPA una relazione relativa all'avanzamento dei lavori minerari rispetto alla produzione di terreno di scotico e di materiale da riempimento, allo stoccaggio dei materiali e dei suoli, all'approvvigionamento di materiale dall'esterno e all'avanzamento dei lavori di sistemazione ambientale; | <b>x</b> |  |  |
| <b>9</b>  | Prima della messa in dimora del materiale di origine esterna alla miniera, ai fini del recupero ambientale, dovrà essere trasmessa la documentazione prevista dalla vigente normativa in materia anche al Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva;                                                                                                                                                                            | <b>x</b> |  |  |
| <b>10</b> | Il terreno vegetale e la copertura di materiale sterile devono essere accantonati separatamente nelle aree individuate nella planimetria esplicativa del cronoprogramma annuale di recupero ambientale compresa nella relazione tecnica integrativa; i cumuli del terreno vegetale da predisporre con spessori massimi di 3 metri dovranno essere opportunamente inerbiti;                                                                  | <b>x</b> |  |  |
| <b>11</b> | Le Amministrazioni competenti si riservano di prescrivere eventuali modifiche alle opere di recupero ambientale al fine di ottimizzare i relativi interventi;                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>x</b> |  |  |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |  |  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|
| <b>12</b> | Siano conservati campioni dei singoli affioramenti delle aree di coltivazione autorizzate;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |  |  |
| <b>13</b> | Il concessionario sia tenuto a fornire ai funzionari del Settore Regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva tutti i mezzi necessari per visitare i lavori ed a comunicare i dati statistici e le indicazioni che venissero richieste; in particolare nei dati statistici mensili che la concessionaria è tenuta ad inviare, oltre ai volumi coltivati, deve essere indicato il tipo di utilizzo commerciale del materiale venduto indicando per ogni singolo uso il rispettivo quantitativo e la provenienza nell'ambito della miniera; | <b>X</b> |  |  |
| <b>14</b> | La Società sia tenuta a porre in opera capisaldi quotati in numero non inferiore a 6 (sei) ubicando i medesimi in posizione idonea per consentire il controllo dell'evoluzione dei lavori ed entro 60 giorni dal giudizio positivo di compatibilità dovrà essere trasmessa al Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva della Regione Piemonte l'esatta ubicazione e la quota di ogni caposaldo, nonché le monografie degli stessi;                                                                                                      | <b>X</b> |  |  |
|           | Inoltre il concessionario è tenuto:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |  |  |
|           | <b>a)</b> ad ottemperare oltre a quanto già previsto dal R.D.1443/1927, dal D.P.R. 128/1959 anche ad altre eventuali nuove norme concernenti la conduzione della miniera;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>X</b> |  |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |  |  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|
| 15 | <p><b>b).</b> ad inviare al Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva ai sensi degli artt. 6, 7, 8 e 20 del D. lgs. 624/1996 e degli artt. 6, 24, 25, 26, 27, 28, del D.P.R. 128/59, così come modificato dal D. lgs. 624/96, denuncia di esercizio con i nominativi del Direttore Responsabile, dei Sorveglianti, del Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione e del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza nonché Documento di Sicurezza e Salute (D.S.S.) eventualmente coordinato;</p> | X |  |  |
|    | <p><b>c).</b> ad inviare ai sensi degli artt. 37, 41, 42 e 43 del D.P.R. 128/1959 entro il mese 'di settembre di ogni anno il consuntivo dei lavori di coltivazione e di recupero ambientale eseguiti e il preventivo per l'anno successivo; aggiornati alla data del 31 dicembre precedente;</p>                                                                                                                                                                                                                        | X |  |  |
|    | <p><b>d).</b> inviare entro il 31 marzo di ogni anno copia dei piani topografici entro il mese di dicembre di ogni anno sia inviata relazione in merito alla commercializzazione del materiale coltivato nell'area di ampliamento della concessione specificandone le caratteristiche mineralogiche.</p>                                                                                                                                                                                                                 | X |  |  |
| 16 | <p>Per quanto riguarda la tettoia di copertura dell'impianto di trattamento, questa potrà essere realizzata solo a seguito dell'acquisizione, da parte del concessionario, di tutte le autorizzazioni previste per legge.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | X |  |  |

| VERIFICA DI OTTEMPERANZA INVARIANZA ATTUAZIONE PRESCRIZIONI DI VIA E RIPRISTINO AMBIENTALE |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |    |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|-------------------------|
| PRESCRIZIONI                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |    |                         |
| Presc.<br>n°                                                                               | RICHIESTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ATTUAZIONE |    |                         |
|                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | SI         | NO | Motivazione se negativa |
| D.D. n.250 del 06/06/2017                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |    |                         |
| 1                                                                                          | Corrispondere il diritto annuo anticipato a decorrere dalla data della presente determina di € 3014, 90 pari a Euro 43,07 per ettaro o frazione di ettaro di superficie della concessione mineraria, che sarà introitato sul Cap. 31710 del Bilancio 2017(accertamento n. 730/2017)mediante versamento sul C.C. Pstale n. 10364107 intestato alla "Tesoreria Regione Piemonte" o in alternativa mediante bonifico bancario su C.C. Bancario n. 40777516 intestato a "Tesoreria Regione Piemonte" IBAN: IT94V0200801044000040777516, con causale"Concessione mineraria"San Grato", Comuni di Boca e Cavallirio (NO) | X          |    |                         |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |  |  |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|
| <b>2</b> | Corrispondere ai comuni territorialmente interessati e alla Regione Piemonte le "Tariffe del diritto di escavazione" di cui ai commi 1, 3 lettera d) e 8 lettera d) dell'art. 26 della l.r. 23/2016, secondo le modalità definite dalla DGR n. 7-8070 del 28 gennaio 2008. L'importo è pari a Euro 0,57 al mc di materiale estratto nel anno solare (di cui 70% spettanti ai Comuni e 30 % alla Regione Piemonte). Per la Regione Piemonte i versamenti devono essere effettuati sul capitolo di entrata numero 32485 denominato "Proventi derivanti dalle tariffe del diritto di escavazione (art. 26 l. r. n. 23/2016)" ed essere eseguiti con le modalità definite dalla citata D.G.R_ n. 7-8070 del 28 gennaio 2008. I sopraccitati importi saranno aggiornati dall'Amministrazione Regionale come previsto dalle rispettive norme di riferimento. | <b>x</b> |  |  |
| <b>3</b> | Dare corso ai lavori di coltivazione e di recupero ambientale secondo il programma e nel rispetto di tutte le prescrizioni contenute nella D.G.R. n. 22-2298 del 4 luglio 2011 e nei suoi allegati, con la quale è stato espresso il giudizio positivo di compatibilità ambientale in merito al progetto;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>x</b> |  |  |
| <b>4</b> | Informare, ogni 12 mesi, il Settore regionale Polizia mineraria, cave e miniere sull' andamento dei lavori di coltivazione e sui risultati ottenuti;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>x</b> |  |  |
| <b>5</b> | Conservare i campioni geologici rappresentativi dei terreni interessati dalle coltivazioni minerarie;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>x</b> |  |  |

|          |                                                                                                                                                                                                                                       |          |  |  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|
| <b>6</b> | Fornire ai funzionari del Settore regionale Polizia mineraria, cave e miniere tutti i mezzi necessari per visitare i lavori ed a comunicare i dati statistici e le informazioni che potranno essere richieste;                        | <b>x</b> |  |  |
| <b>7</b> | Attenersi alle disposizioni di legge ed alle prescrizioni che venissero comunque impartite dall'Amministrazione competente, ai fini del controllo e della regolare esecuzione dei lavori, nonché della tutela dei pubblici interessi; | <b>x</b> |  |  |
| <b>8</b> | Far pervenire al Settore regionale Polizia mineraria, cave e miniere, entro 3 (tre) mesi dalla data di ricevimento del presente atto, Copia autentica della nota di avvenuta Trascrizione all'Ufficio del Registro Immobiliare        | <b>x</b> |  |  |