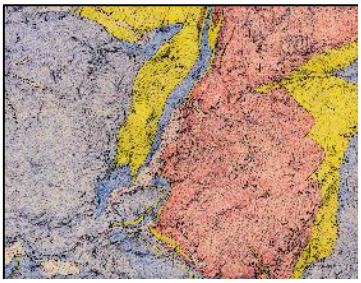
OGGETTO:

Progetto di coltivazione della cava Crespina Comune di Fivizzano ai sensi della L.R.35/2015, Disciplina del PIT e L.R.10/2010 in conformità al PABE Scheda 4 – Bacino Monte Sagro-Morlungo

COMMITTENTE: **TWM s.r.l. a socio unico** Via Carriona snc -54023 Carrara (MS)	***PROGETTISTA:*** ***Eurogeologo: Vinicio Lorenzoni***
TITOLO DELL' ELABORATO:	***Integrazioni a seguito lettera Parco Prot.0004089 del 27.09.2022***

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA DOTT. GEOL. VINICIO LORENZONI N° 1534 sez. A	*Data e luogo di emissione*	*Querceta* ottobre 2022
	Riferimento Elaborato	*Integrazioni*

Geol. Vinicio Lorenzoni
Studio di geologia tecnica ambientale e mineraria



* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

1 Premessa

Facendo seguito alla lettera Parco regionale delle Alpi Apuane del 27 settembre 2022 , prot.0004089 con la presente si trasmettono le integrazioni richieste.

2 –AUSL Toscana Nord Ovest

Questo ente richiede la seguente documentazione:

- *Un'analisi geostrutturale di dettaglio ed una valutazione sulle condizioni di stabilità della tecchia nord-orientale a partire dal confine con il monte vergine sino al gradone sovrastante l'area oggetto di rimozione del detrito già oggetto in passato di fenomeni di instabilità :*

Risposta :

si allega la tavola n.20 – Carta dei principali lineamenti strutturali in scala 1:1.000. In tale cartografia, che riguarda un'area più vasta di quella di progetto sono riportati i sistemi di fratturazione principali, rilevati da foto aerea di dettaglio (Radgyro), messo a disposizione dal Centro di Geotecnologie e da rilievi diretti eseguiti in campagna, nelle aree in cui sono presenti tagli in roccia la cui colorazione non consente di definire i sistemi di fratturazione. Relativamente alla carta geologica di dettaglio si evidenzia che nella Tav.20 è possibile definire, il contatto tra la formazione del Marmo s.s., quello con i marmi Zebrini e quello con la formazione dei Calcari Selciferi .

La formazione dei Marmi s.s. risulta essere a nucleo di una antiforme di prima fase con piano assiale ripiegato dalla fase successiva D2 con pieghe non cilindriche aperte particolarmente visibili nella parte nord ovest del Monte Sagro. In questa zona dono evidenti pieghe tardive aperte e non cilindriche ce ripiegano la scistosità di prima fase , evidenziate nella figura successiva con la linea di forma della cerniera tardiva che consente il raccordo dei Calcari Selciferi. Nella zona della Crespina i Calcari Selcifero, nella foto chiaramente in fianco diritto si rovescia andando a costituire il fianco rovesciato di una struttura minore. Per potere raccordare l'andamento della scistosità a monte della cava, viene riportata nelle cartografie ufficiali delle pieghe minori di prima fase, nella Tav.20 queste pieghe sono evidenziate da una struttura ad M.

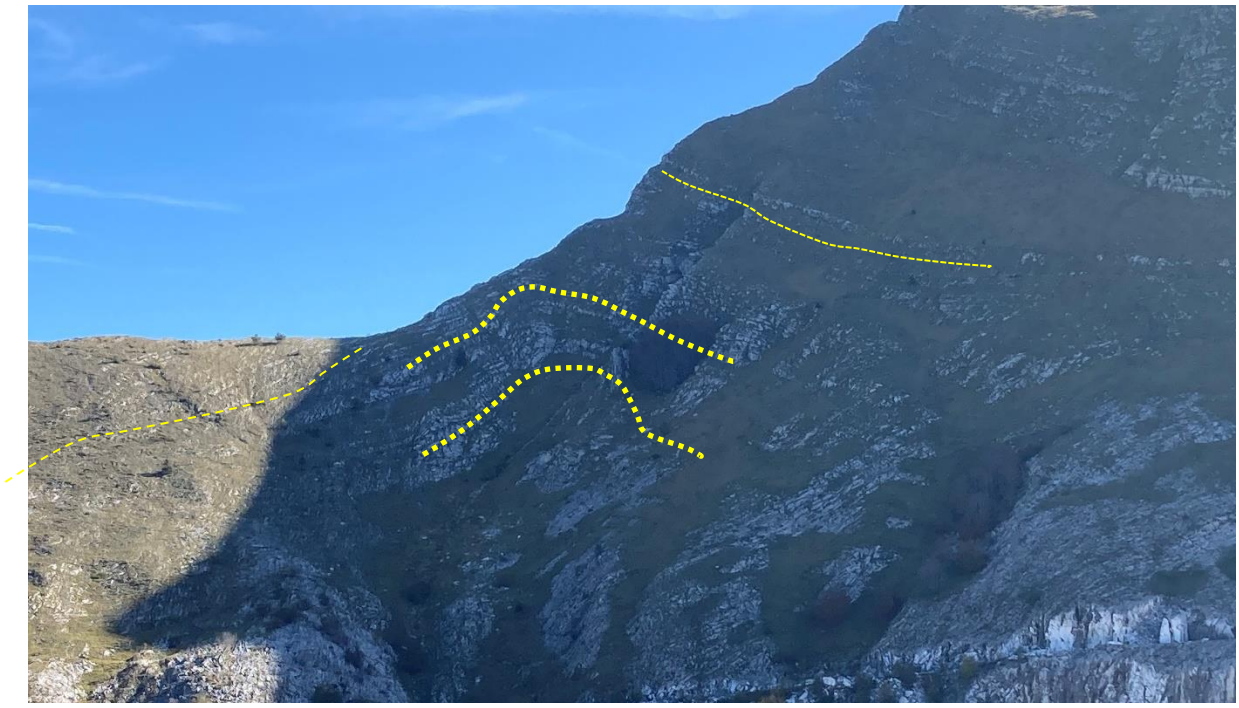


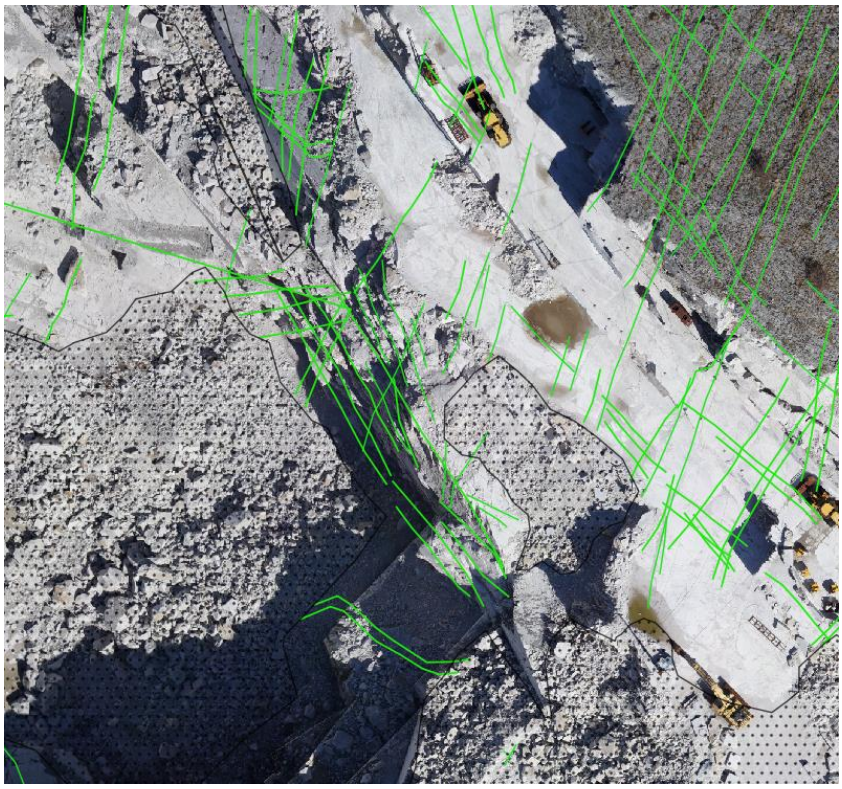
Fig.1 andamento della scistosità di prima fase e piega tardiva di seconda fase

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Per analizzare le condizioni di stabilità della tecchia a nord est della futura zona di lavoro le principali famiglie misurate in campagna, anche per le condizioni della tecchia che non consente di operare con tranquillità per la potenziale caduta di massi si è fatto ricorso alle ortofoto, che invece consentono di definire sia la spaziatura che l'estensione delle famigli più importanti andando a rilevare in campagna l'andamento di quelle fratture che dalle immagini non era possibile definire l'immersione ed inclinazione.

La tecchia in oggetto è caratterizzata da tre famiglie principali a cui si associa, la scistosità di prima fase a basso angolo, che comunque non si manifesta come una discontinuità pervasiva e persistente, anzi spesso non è semplice definirne l'andamento. La tecchia è quindi caratterizzata dalle seguenti famiglie :

- Famiglia J1a : 241/85;
- Famiglia J2 : 166/80;
- Famiglia J3 : 114/70;



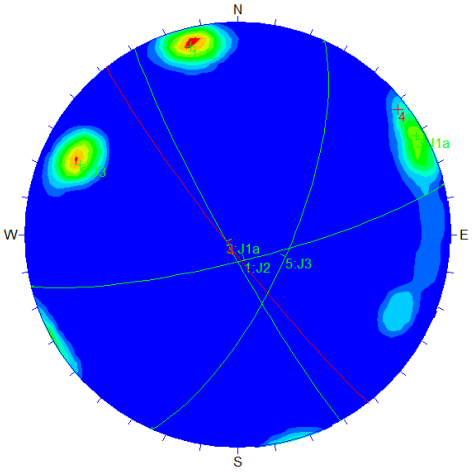


Fig.2 famiglie principali di fratturazione tecchia nordorientale e rappresentazione stereografica delle stesse

- Famiglia J1a : questa famiglia è caratterizzata da fratture molto persistenti e pervasive sempre carsificate che formano la parete della tecchia e danno una colorazione marrone a tutta al superfice essendo alterate. Sono fratture aperte, lisce e con evidente circolazione idrica data anche dalla ossidazione della roccia. Le fratture sono allargate dal carsismo che è sempre molto sviluppato nella parte superiore del giacimento e bene visibile nei piani di cava superiore. La spaziatura va da 0.50 a 2 m.
- Famiglia J2 : assieme alle precedente sono le fratture più rappresentative dell'ammasso rocciosi e caratterizzano tutta la parte est del giacimento. Sono fratture molto persistenti e pervasive con una spaziatura è in genere inferiore al metro, nelle porzioni più superficiali diradandosi in quelle più profonde dell'ammasso. Sono rettilinee e chiuse, ma nella parte corticale dell'ammasso sono allargate dal carsismo. Sono sempre alterate con patine di ossidazione ocra o, con circolazione idrica in genere assente, meno dove sono evidentemente allargate dal carsismo. Queste fratture sono lisce e prive di riempimento essendo chiuse o con aperture inferiori a 2 mm.
- Famiglia J3 /J3a: Sono molto persistenti, ma decisamente più spaziate delle altre , danno luogo a fratture anche molto importanti, faglie con strie di movimento, particolarmente visibili nella zona del piazzale di quota 1278 m. Nella parte alta del giacimento sono meno persistenti e con immersione

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

opposta. Sono sempre alterate e lisce , prive di riempimento, probabilmente sono percorse da acqua meteorica.

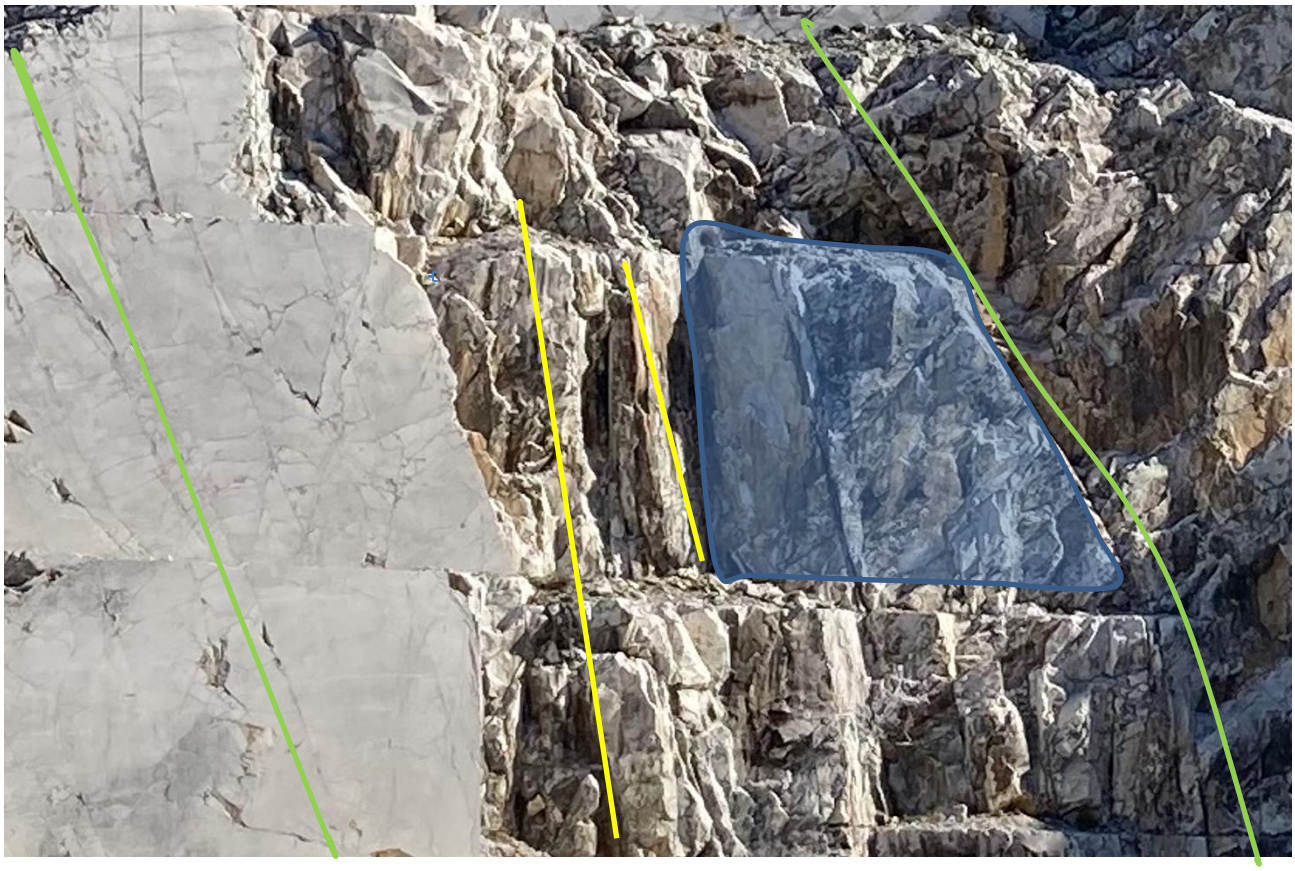


Fig.3 fratturazioni principali (verde J3, giallo J2 e blu J1a)

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

I tre sistemi, corrispondenti a quelli descritti nell'Elaborato A , con le stesse sigle e che caratterizzano la tecchia Nord orientale, danno luogo a cunei in potenziale ribaltamento , per cunei allungati paralleli alla direzione di allungamento della tecchia (direzione N150/160°N) ed in scivolamento quando i sistemi principali vengono tagliati dalla scistosità che è normalmente inclinata prevalentemente verso SSW con inclinazione da 38 a 45°, creando quindi dei cunei in scivolamento verso la zona di scavo.

Analizzando le combinazioni possibili dei cunei che potrebbero formarsi con le immersioni ed inclinazioni medie delle famiglie di giunti si hanno le seguenti condizioni. Nella combinazione tra il Fronte della tecchia e le fratture J1a /J2 il fattore di sicurezza Fs è 1,45. La combinazione tra fronte e J2 e J3 non forma cunei con il fronte in oggetto La combinazione J1a e J3 da cunei stabili con fs>8. Verificando anche lo scivolamento planare, utilizzando i valori di c e ϕ, indicati nell'Elaborato A si ha instabilità planare quando l'angolo delle fratture J1a supera 80° con valori del Fs inferiori ad 1. Per angoli delle fratture di 80° si ottiene un Fs > 6. Le verifiche sia con Swedge che con Plane sono state fatte in condizioni sismiche e con spinta idrica con riempimento del 30%. Le fratture quando sono aperte sono carsificate e quindi tale condizione è del tutto cautelativa. In condizione di assenza di spinta idrica il fattore di sicurezza è molto maggiore di 1. Per angoli delle fratture superiori a 80 ° in presenza di spinta idrica al 30% si ha un Fs inferiore ad 1 con formazione di un piano in scivolamento con peso di 113 tonnellate e quindi analogamente alle potenziali cadute di cunei, l'eventuale caduta sul piano 1210 m non comporterebbe il superamento delle barriere. La tecchia è formata da numerose fratture appartenenti alla famiglia J1a con angoli di inclinazione generalmente superiori a 80° quindi la tecchia risulterebbe instabile, nella parte più bassa. Nella parte alta della stessa, in corrispondenza del gradone superiore si hanno fratture J1a con inclinazione tra 70 e 75°, con immersione verso est, quindi questa parte non risulterebbe instabile

Bisogna tenere presente che tra la zona dello scavo previsto e la tecchia in oggetto c'è una distanza di circa 14 ml e che quindi il ripiano che sovrasta la zona di intervento verrà riprofilato, come prospettato nel progetto, con interventi di asportazione dei detriti, oggi presenti, e l'eventuale caduta di massi non arriverebbe nella zona di intervento, anche se queste sono ingenti. Sarà quindi sufficiente creare delle barriere i con blocchi come indicato nella sezione di RockFall , costituite da blocchi di marmo e mettere sui ripiani del materiale fine che possa attutire la caduta dei massi. A maggiore sicurezza delle maestranze verrò anche messa una rete in aderenza che copra la parte della tecchia più aggettante .

Per verificare tale ipotesi è stata eseguita una sezione, nelle zona di potenziale interessamento dell'area di progetto, per verificare con RockFall il potenziale arrivo di scaglie nella zona di intervento. In questa analisi abbiamo considerato che i blocchi che potrebbero staccarsi dalla parete sono di grosse dimensioni con un peso di 2700 kg, in quanto da prove dirette con blocchi di peso da 100-200 kg presenti sul ciglio della parete questi si fermano nel ripiano di quota 1210 m che è formato da scaglie di varia dimensione scaricate durante le precedenti operazioni di messa in sicurezza delle parti superiori. La verifica è stata eseguita considerando sia roccia pulita che bed rock indifferenziato, in quanto il ripiano non è formato da roccia pulita bensì da un accumulo di detriti di diverse dimensioni, che quindi attenua la caduta delle masse e non consente i rimbalzi che avvengono su roccia. La simulazione è stata quindi eseguita sia in condizioni peggiorative, roccia pulita che con roccia coperta da materiale detritico. È stata eseguita anche una simulazione con caduta di un grave da 113.000 kg ossia 41 mc ed anche in questo caso non vengono superate le due barriere poste sul piazzale di quota 1210 m , vedi figure allegate.

Dalla verifica eseguita con Rockfall risulta che è sufficiente creare una doppia barriera nella ripiano di quota 1210 m ed una barriera, sempre di blocchi sul terzo gradone, partendo dall'alto ancora raggiungibile con mezzi meccanici (in parte già presente) per evitare che i blocchi che si potrebbero distaccare dalla parete nordorientale non raggiungano la zona di lavoro. Il ripiano di quota 1210 è oggi coperto dall'accumulo di detrito che quindi attutisce la caduta delle masse e riduce la proiezione di materiale nella zona di lavorazione. Nella simulazione abbiamo inserito due barriere che possono essere create con blocchi di marmo sovrapposti e sormontati da una rete di metallo trattenuta da paletti di ferro per arrivare ad una altezza di 3,2/3,5 m. Le barriere sono state poste ad una distanza inferiore a 10 m come nello stato di progetto finale, per simulare appunto la condizione finale di lavoro. Per rendere sicura la parte sottostante ed evitare quindi anche la caduta di piccoli porzioni di roccia, la parete della tecchia verrà coperta da una rete metallica in aderenza.

Le operazioni di messa in sicurezza delle maestranze che opereranno nella parte più bassa della cava prevedono la seguente sequenza di operazioni:

- Verifica e disgaggio manuale e/o cuscini della tecchia nord orientale;

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

- Pulizia dei gradoni superiori e messa in opera di barriera di blocchi sul terzo gradone;
- Modellamento del piazzale di quota 1210 m con asportazione del detrito e livellamento del piazzale;
- Creazione di una doppia barriera di blocchi con sovrapposta rete metallica in acciaio trattenuta da paletti di acciaio;
- Stesa di materiale terroso , spessore 50-80 cm, per attutire l'eventuale caduta di massi;
- Copertura della tecchia aggettante con rete in aderenza su tutta la superfice a maggiore pendenza.

- *Una carta di inquadramento geologico- strutturale a grande scala con andamento delle principali strutture che potrebbero essere intercettate anche dalla coltivazione della galleria di progetto;*

Risposta :

si allega la Tavola 20- Carta geologico strutturale, che riporta la situazione geologica in scala 1:1.000 e le principali linee di fratturazione riscontrate dalle analisi dirette e da ortofoto che interessano sia l'ammasso roccioso che la zona di coltivazione. Dall'analisi generale dell'ammasso risulta che sono presenti tre sistemi di fratturazione analizzati in precedenza. La coltivazione intercetterà le fratture J1a e J3 , quest'ultime sono molto spaziate, ma persistenti su gran parte del ripiano su cui avverrà l'attività. Le fratture sono interessate da fenomeni di erosione carsica con allargamento delle stesse. Il ripiano di quota 1178 metri ha una fratturazione meno intensa dei ripiani superiori, come si vede dal confronto tra le figure seguenti, la coltivazione avverrà in una porzione rocciosa in cui è maggiore la spaziatura delle fratture e minore l'intensità della dissoluzione carsica.

Fig.4 Gradone di quota 1278 m a confronto con gradone di quota 1272 m

La coltivazione avverrà in un contesto di ammasso decisamente meno fratturato di quello presente nella parte nord - nordest dove si è operato negli ultimi anni.

- *Una sezione geo-strutturale dello stato di progetto del portale di ingresso con estensione sino ai sovrastanti settori oggetto di coltivazione a cielo aperto;*

Risposta :

Premesso che la zona sovrastante la futura galleria di progetto è oggi coperta da detriti che non consentono di determinare le fratturazioni effettivamente presenti nelle sezioni si sono proiettate quelle più prossime

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

presupponendo che queste si possano estendere anche all'interno della galleria. Sono state utilizzate le sezioni già presenti nel progetto di coltivazione che interessano la galleria proiettando le fratture rilevabili sul terreno-

- *Un piano di misura degli stati tensionale di tipo tridimensionale dell'ammasso roccioso nell'intorno del sotterraneo e dell'eventuale sistema di monitoraggio delle principali strutture che potrebbero essere intercettate dall'apertura della galleria.*
- Si allega il Piano di misurazione degli stati tensionali e del sistema di monitoraggio che verrà impiegato per la verifica della stabilità della galleria di progetto.

3 Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale

L'Ente segnala i riferimenti ai piani di bacino vigenti e evidenzia che rispetto al PGA , l'area di intervento interessa il corpo idrico sotterraneo "Corpo idrico carbonatico metamorfico delle Alpi Apuane" classificato uno. stato chimico e quantitativo buono , pertanto dovranno essere assicurata l'adozione di tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare impatti sui corpi idrici. Nel piano di coltivazione sono state indicate le misure che verranno adottate dall'azienda per la gestione delle AMD e quelle industriali e specificato che si farà ricorso principalmente a taglio con macchinari che non utilizzano acque, fatta eccezione per i tagli al monte che necessitano dell'impiego di macchinari a filo diamantato. L'Ente ricorda che qualora sia previsto l'utilizzo di acque superficiali o sotterrane per il soddisfacimento dei fabbisogni idrici dell'attività, è necessario ottenere l'assenzo di tale Ente per l'ottenimento della concessione di derivazione idrica. Come chiarito di seguito non è necessario presentare alcuna domanda di concessione di acque pubbliche in quanto i fabbisogni idrici dell'attività saranno garantiti dalla raccolta delle acque meteoriche sui piazzali di lavoro, potendo raccogliere le acque in cisterne la cui capacità dovrà consentire di lavorare anche nei periodi di siccità.

4 Regione Toscana settore Genio Civile

Questo ente chiede ad integrazione della documentazione presentata :

"omissis… ai fini di una più precisa valutazione istruttoria ad integrazione della documentazione resa disponibile sul sito dell'ente, si richiede un elaborato che descriva il sistema di approvvigionamento delle acque utilizzate nelle attività" .

Risposta

L'approvvigionamento idrico per i fabbisogni delle attività estrattive avverrà esclusivamente recuperando le acque meteoriche ricadenti sul piazzale principale dove è presente una depressione realizzata con uno ribasso del piazzale inferiore, in cui ristagnano quantità sufficienti di acque meteoriche. Nello stato attuale non è quindi necessario presentare alcuna domanda di emungimento da acque pubbliche. Nel proseguo delle attività sarà sufficiente conservare e/o realizzare una vasca di accumulo in roccia come quella attualmente presente per soddisfare le necessità idriche della cava, si segnala comunque verranno utilizzati principalmente macchinari che operano in assenza di acqua o con ridotte quantità, per l'abbattimento delle polveri.

5 Regione Toscana settore sismica

Qualora i progetti in esame contengano interventi edilizi…..ecc. si segnala che il committente dovrà presentare domanda di preavviso presso il Settore Sismica della Regione Toscana… ecc.

Risposta
Si comunica che nel progetto in oggetto non sono previsti nuovi edifici ne la ristrutturazione di quello esistente pertanto non è necessario presentare alcuna documentazione ne la Potale telematico PORTOS 3 ne segnalarlo al comune di Fivizzano.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Querceta Ottobre 2022

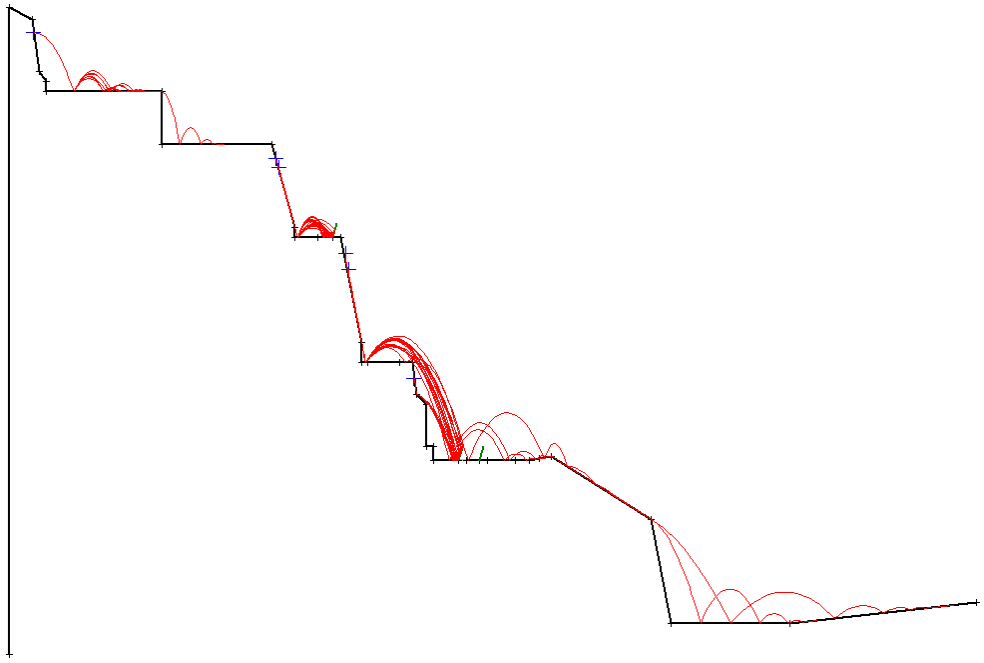
Dott. Geologo Vinicio Lorenzoni

Allegati fuori testo :
Tav.20 – Carta geologico strutturale
Tav.21 – Sezioni strutturale

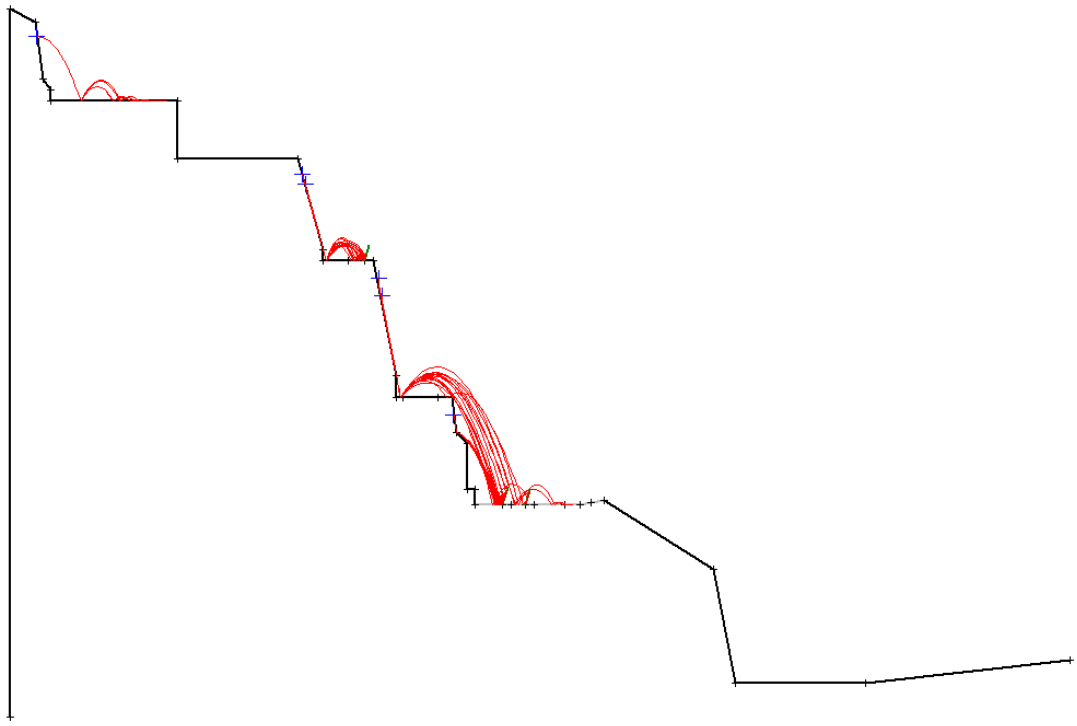
* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

RockFall

Sezione 1 roccia pulita traiettorie con masse da 2700 kg



Sezione 1 roccia nel ripiano costituita da materiale misto, bedrock, traiettorie con masse da 2700 kg e blocco da 113 ton



* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Out put di RockFall analisi con roccia pulita

RocFall Analysis Information

Document Name

Rock1

Project Settings

Units: Metric
Friction angle: Use friction fngle specified in material editor
Minimum Velocity=0.5
Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
Random-number generation: Random

Slope

Segment 1, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=0 std dev=0 Y mean=0 std dev=0
End Point: X mean=0 std dev=0 Y mean=124.2 std dev=0

Segment 2, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=0 std dev=0 Y mean=124.2 std dev=0
End Point: X mean=4.47 std dev=0 Y mean=122 std dev=0

Segment 3, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=4.47 std dev=0 Y mean=122 std dev=0
End Point: X mean=5.85 std dev=0 Y mean=112 std dev=0

Segment 4, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=5.85 std dev=0 Y mean=112 std dev=0
End Point: X mean=7.04 std dev=0 Y mean=110 std dev=0

Segment 5, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=7.04 std dev=0 Y mean=110 std dev=0
End Point: X mean=7.04 std dev=0 Y mean=108 std dev=0

Segment 6, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=7.04 std dev=0 Y mean=108 std dev=0
End Point: X mean=29.36 std dev=0 Y mean=108 std dev=0

Segment 7, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=29.36 std dev=0 Y mean=108 std dev=0
End Point: X mean=29.36 std dev=0 Y mean=98 std dev=0

Segment 8, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=29.36 std dev=0 Y mean=98 std dev=0
End Point: X mean=50.49 std dev=0 Y mean=98 std dev=0

Segment 9, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=50.49 std dev=0 Y mean=98 std dev=0
End Point: X mean=54.89 std dev=0 Y mean=82 std dev=0

Segment 10, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=54.89 std dev=0 Y mean=82 std dev=0
End Point: X mean=54.89 std dev=0 Y mean=80 std dev=0

Segment 11, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=54.89 std dev=0 Y mean=80 std dev=0
End Point: X mean=59.2303 std dev=0 Y mean=80 std dev=0

Segment 12, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=59.2303 std dev=0 Y mean=80 std dev=0
End Point: X mean=62.1843 std dev=0 Y mean=80 std dev=0

Segment 13, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=62.1843 std dev=0 Y mean=80 std dev=0
End Point: X mean=63.79 std dev=0 Y mean=80 std dev=0

Segment 14, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=63.79 std dev=0 Y mean=80 std dev=0
End Point: X mean=67.75 std dev=0 Y mean=60 std dev=0

Segment 15, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=67.75 std dev=0 Y mean=60 std dev=0
End Point: X mean=67.75 std dev=0 Y mean=56 std dev=0

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Segment 16, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=67.75 std dev=0 Y mean=56 std dev=0
End Point: X mean=68.9419 std dev=0 Y mean=56 std dev=0

Segment 17, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=68.9419 std dev=0 Y mean=56 std dev=0
End Point: X mean=75.0895 std dev=0 Y mean=56 std dev=0

Segment 18, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=75.0895 std dev=0 Y mean=56 std dev=0
End Point: X mean=77.5 std dev=0 Y mean=56 std dev=0

Segment 19, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=77.5 std dev=0 Y mean=56 std dev=0
End Point: X mean=78.28 std dev=0 Y mean=50 std dev=0

Segment 20, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=78.28 std dev=0 Y mean=50 std dev=0
End Point: X mean=80.2 std dev=0 Y mean=48 std dev=0

Segment 21, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=80.2 std dev=0 Y mean=48 std dev=0
End Point: X mean=80.2 std dev=0 Y mean=40 std dev=0

Segment 22, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=80.2 std dev=0 Y mean=40 std dev=0
End Point: X mean=81.54 std dev=0 Y mean=40 std dev=0

Segment 23, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=81.54 std dev=0 Y mean=40 std dev=0
End Point: X mean=81.54 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0

Segment 24, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=81.54 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0
End Point: X mean=86.3532 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0

Segment 25, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=86.3532 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0
End Point: X mean=87.9913 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0

Segment 26, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=87.9913 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0
End Point: X mean=90.4152 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0

Segment 27, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=90.4152 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0
End Point: X mean=91.8421 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0

Segment 28, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=91.8421 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0
End Point: X mean=97.2348 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0

Segment 29, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=97.2348 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0
End Point: X mean=100.04 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0

Segment 30, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=100.04 std dev=0 Y mean=37.3 std dev=0
End Point: X mean=101.895 std dev=0 Y mean=37.6091 std dev=0

Segment 31, Material: Bedrock outcrops [default]
Start Point: X mean=101.895 std dev=0 Y mean=37.6091 std dev=0
End Point: X mean=104.24 std dev=0 Y mean=38 std dev=0

Segment 32, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=104.24 std dev=0 Y mean=38 std dev=0
End Point: X mean=123.46 std dev=0 Y mean=26 std dev=0

Segment 33, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=123.46 std dev=0 Y mean=26 std dev=0
End Point: X mean=127.22 std dev=0 Y mean=6 std dev=0

Segment 34, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=127.22 std dev=0 Y mean=6 std dev=0
End Point: X mean=150.06 std dev=0 Y mean=6 std dev=0

Segment 35, Material: Clean hard bedrock [default]
Start Point: X mean=150.06 std dev=0 Y mean=6 std dev=0
End Point: X mean=185.98 std dev=0 Y mean=10 std dev=0

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Material name: Bedrock outcrops [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder
Horizontal Velocity: mean=5, std dev=0
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
Mass: mean=2700, std dev=0
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location: 4.71846, 119.349

Point Seeder
Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
Mass: mean=2700, std dev=0
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location: 65.2344, 74.016

Point Seeder
Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
Mass: mean=120000, std dev=0
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location: 77.8148, 52.9764

Point Seeder
Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
Vertical Velocity: mean=0.5, std dev=0
Mass: mean=2700, std dev=0
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location: 64.6364, 77.028

Point Seeder
Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
Mass: mean=2700, std dev=0
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location: 51.25, 95.1645

Point Seeder
Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
Mass: mean=113000, std dev=0
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location: 51.8977, 93.4372

Barriers

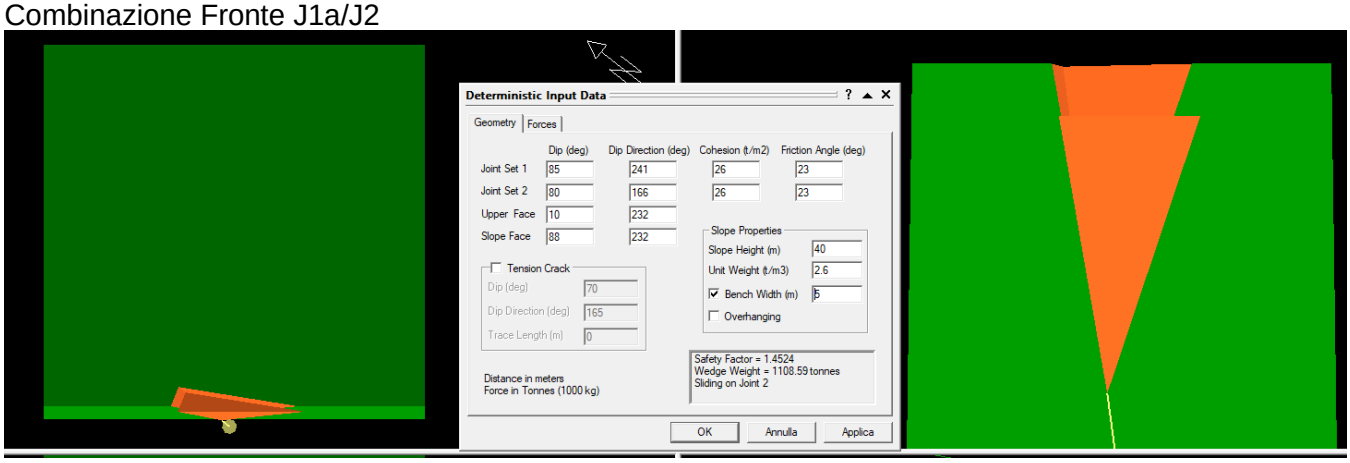
Barrier name: Barrier002
Start Point: 90.4152, 37.3
End Point: 91.2291, 39.9083
Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
Capacity: Infinite

Barrier name: Barrier004
Start Point: 62.1843, 80
End Point: 62.866, 82.8343
Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
Capacity: Infinite

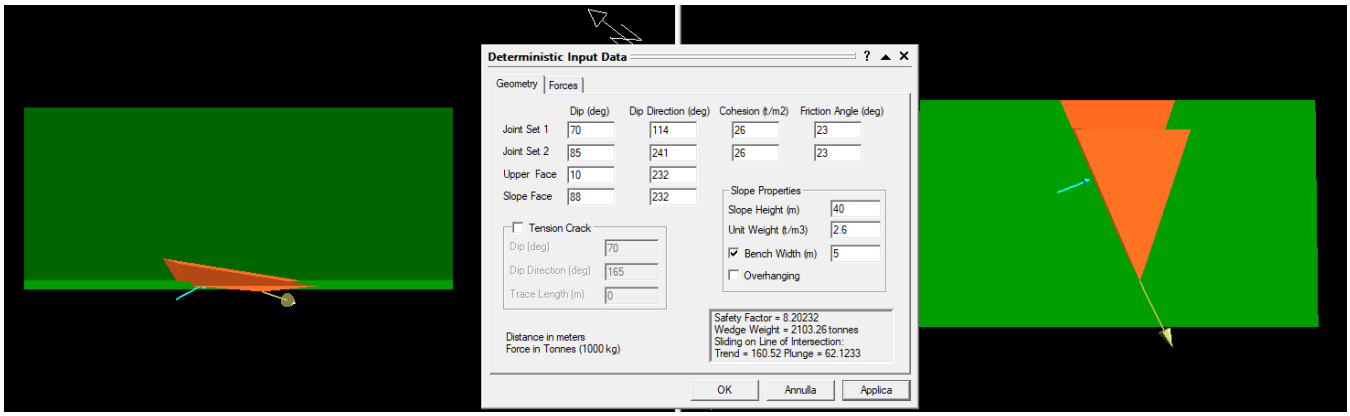
Barrier name: Barrier001
Start Point: 86.3532, 37.3
End Point: 87.2453, 40.4187
Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
Capacity: Infinite

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

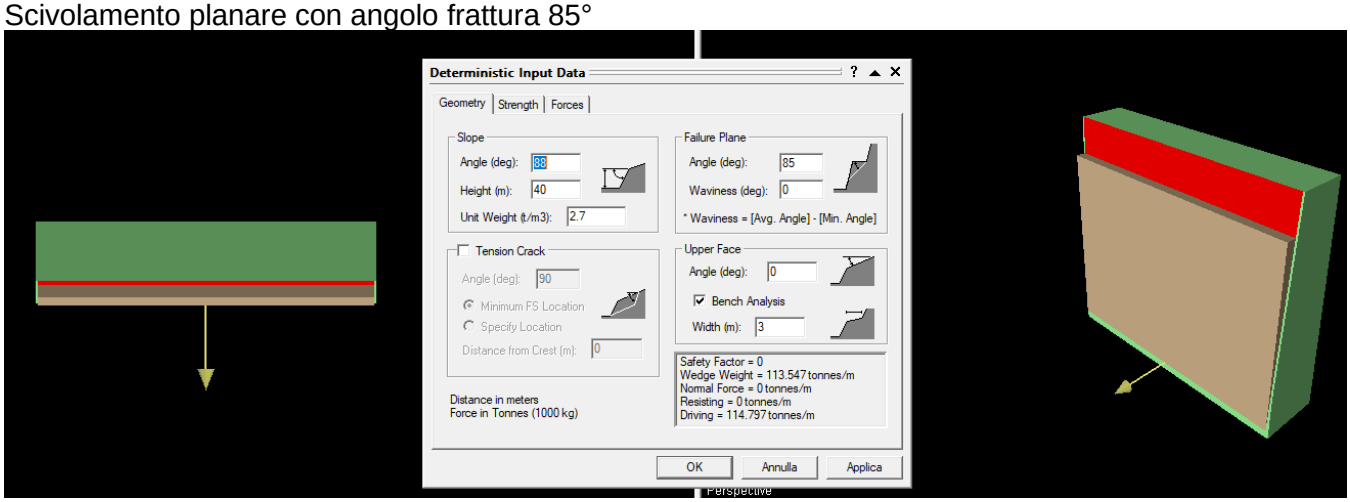
Analisi con Swedge
Combinazione Fronte J1a/J2



Combinazione J1a/J3



Scivolamento planare con angolo frattura 85°



* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004784 del 04-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2