



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

REGIONE TOSCANA

COMUNE DI CARRARA (MS)

Bacino estrattivo di Torano

PABE - Scheda 15 - Bacini di Torano, Miseglia e Colonnata

*RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA DI SUPPORTO AL PROGETTO DI
COLTIVAZIONE DELLA CAVA
“VALPULITA N°61”*

Soc. CMM srl

Il Tecnico
Dott. Geol. Chiara Taponecco

Carrara, 30.10.2025

La presente relazione è composta da 77 pagine



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Sommario

premessa	3
Breve sintesi del progetto	4
Inquadramento topografico e catastale	9
Vincolistica vigente da scheda PABE.....	16
Vincolo Idrogeologico	25
Caratteristiche geomorfologiche.....	30
geomorfologia	30
caratteristiche geologiche.....	42
geologia	42
giacimentologia.....	52
analisi fratturazione	56
resa	58
caratteristiche idrografiche e idrogeologiche	59
idrografia	59
idrogeologia	61
fattibilità ai sensi delle NTG	79
metodologia operativa	79
analisi degli interventi	80
analisi degli interventi	83
conclusioni	90

PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta per conto della C.M.M. srl e correda la presentazione di un nuovo Piano di Coltivazione per la Cava “Valpulita” n°61, sita nel Bacino estrattivo di Torano, loc. Valpulita nel Comune di Carrara.

La progettazione fa capo all’Ing Marco Berlinghieri del quale si richiamano le tavole e le relazioni tecniche.

La progettazione risulta conforme ai Piani Attuativi di Bacino adottati dal Comune di Carrara e rappresenta il proseguo di indagini di ricerca e di approfondimento rese possibili dal proseguo delle lavorazioni.

Le lavorazioni garantiranno un naturale proseguo delle precedenti geometrie autorizzate, sia a cielo aperto che in sotterraneo.

La relazione geologica individua le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche che hanno supportato la scelta progettuale, anche grazie alla valutazione dei cantieri durante lo svolgimento della direzione lavori, e fornisce la valutazione delle geometrie previste dal Piano all’interno del contesto del territorio anche per fornire gli elementi necessari al rilascio della autorizzazione al vincolo idrogeologico ai sensi del Regolamento Forestale della Regione Toscana 48R dell’8 agosto 2003 e per una valutazione in relazione alle pericolosità geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche di tutte le opere che il progetto prevede in relazione alle NTG.

La geometria progettuale deriva da una scelta di coltivazione che è funzione delle caratteristiche geologiche e giacimentologiche della cava, con direzioni che garantiscono un uso della risorsa mineraria sia finalizzata alla individuazione della migliore qualità che della massima resa; le scelte derivano quindi da decenni di conoscenza del sito estrattivo e tengono di conto anche delle realtà estrattive vicine per una geometria armonizzata e preparatoria del futuro sviluppo dell’intero comparto.

La cava risulta attualmente attiva in forza della variante al progetto di coltivazione (rilasciata con Det. Dir. N. 3082 del 30.06.2023) sino al 31.06.2029.

I titoli concessori riferibili alla cava n. 61 “Valpulita”, rilasciati con Delib. C.C. n. 14/2028 del 04.02.2008, hanno scadenza il 28/01/2037, rinnovabile nei termini e con le modalità del Regolamento Comunale per la Concessione.

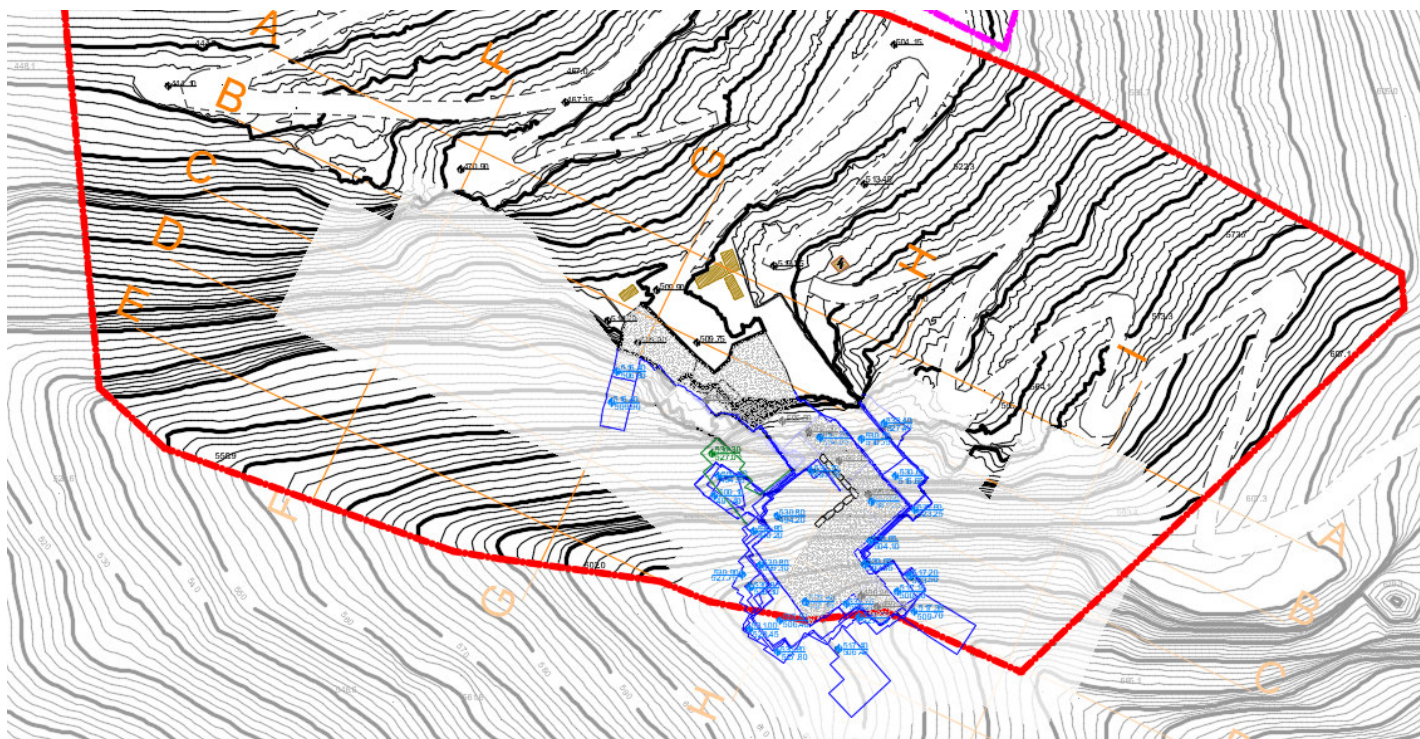
BREVE SINTESI DEL PROGETTO

Ai fini della descrizione della sintesi progettuale si fa riferimento alla Relazione Tecnica a firma del progettista, di seguito riportata in corsivo.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Stato attuale _non in scala

Il progetto, nella sua configurazione definitiva, prevede il raggiungimento della quota 492,00 m slm a cielo aperto e lo sviluppo di gallerie secondarie con orientamento SudEst-NordOvest presso il cantiere sotterraneo.

Si prevede inoltre la realizzazione di una galleria esplorativa alla quota di 572,00 m s.l.m., che si svilupperà al di sopra dell'attuale camera sotterranea. Tale posizione garantirà un margine di sicurezza adeguato per prevenire eventuali criticità legate alla stabilità.

Le nuove lavorazioni in “sotterraneo” consentiranno di fornire al cantiere due nuove uscite con la duplice funzione di ventilazione, ottenendo la diluizione delle emissioni degli inquinanti all’interno della galleria, e di via di esodo in casi d’emergenza.

Le lavorazioni a cielo aperto procederanno come prassi impostando una coltivazione per fette orizzontali a sbassi discendenti, impostando gradoni multipli di circa 6 m, alle quote di progetto 510,00 m slm, 504,00 m slm, 498,00 e 492,00 m slm.

Verranno realizzate le opportune modifiche alle rampe interne al cantiere, per garantire il costante accesso ai gradoni in



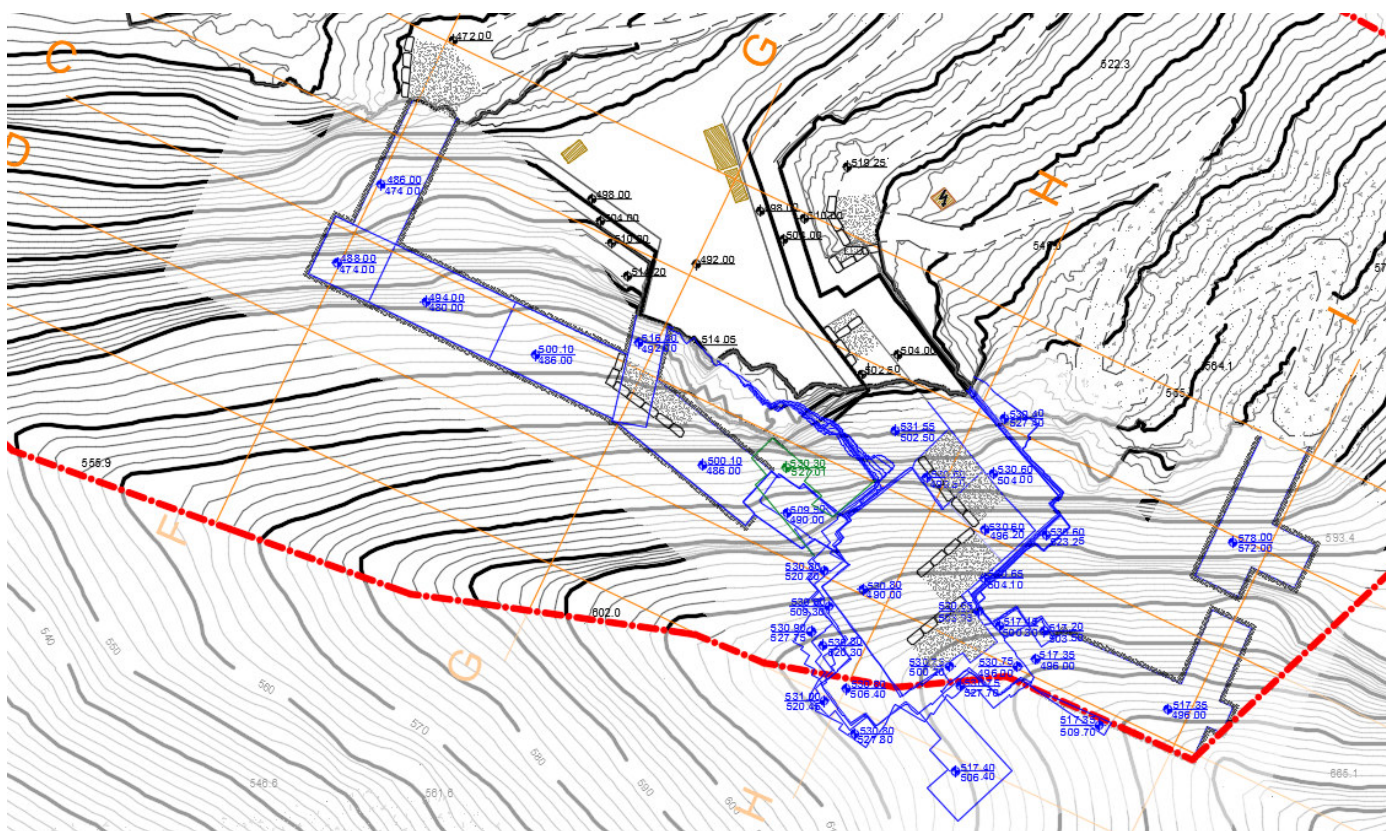
CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

lavorazione, nella completa sicurezza.

Lo sviluppo del ramo di galleria, a partire dalla quota 490,00 m slm, procederà in direzione NordOvest raggiungendo la quota 486,00 m slm, dove si collegherà alla galleria di tracciamento esistente situata a quota 492,00 m slm e diramata dal cantiere a cielo aperto. Proseguendo gli approfondimenti nella stessa direzione fino a quota 474,00 m slm, sarà possibile raggiungere il vecchio saggio di cava ubicato lungo la strada di arroccamento.

Lo sviluppo del ramo di galleria in direzione SudEst raggiungerà il confine, approfondendosi fino alla quota 496,00 m slm.



Stato progetto _non in scala

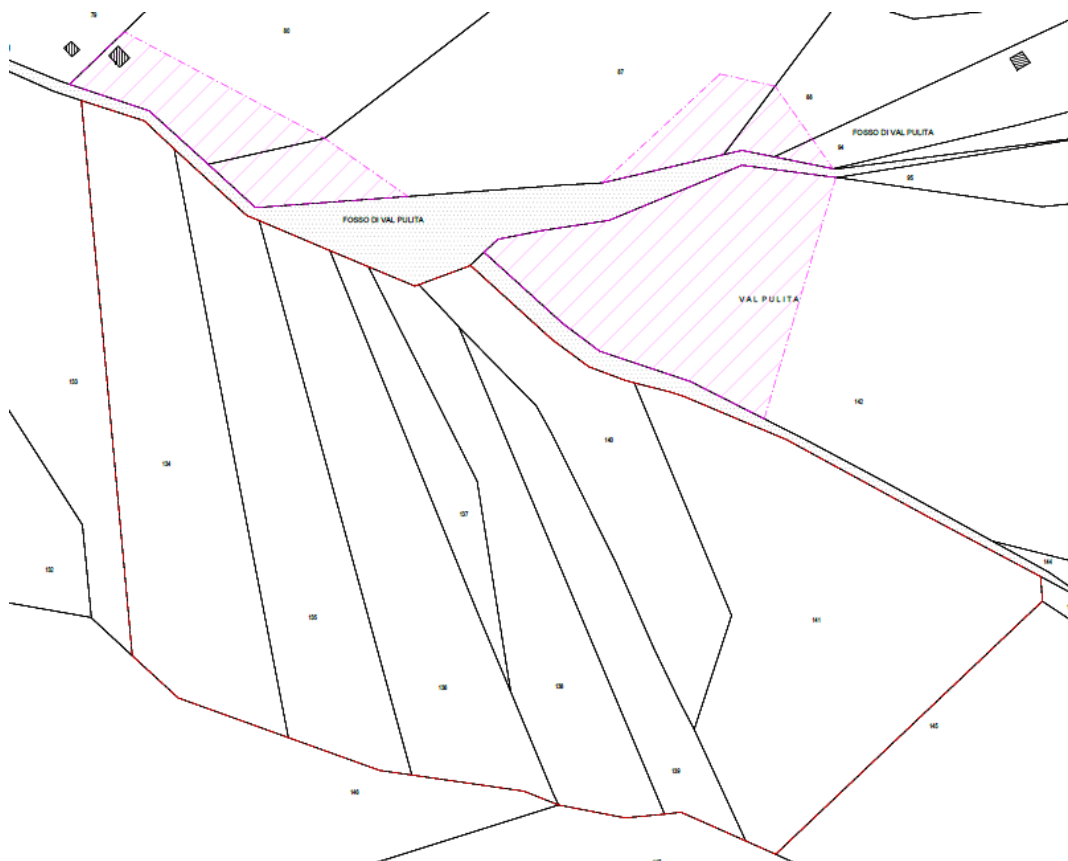
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E CATASTALE

Il complesso estrattivo in disponibilità al richiedente è individuato al N.C.T del Comune di Carrara al foglio di mappa n.27 particelle 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141 nonché al foglio di mappa n.27 particelle 80p, 87p, 88p, 142p in disponibilità temporanea a servizio della cava (contratto di locazione del 21.02.2025 Reg. n. 2207 serie 3T). La superficie totale in disponibilità è di circa 52.387 m2, oltre i 11.091 m2 concessi in disponibilità temporanea ad uso servizi.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Estratto catastale su base CTR non in scala



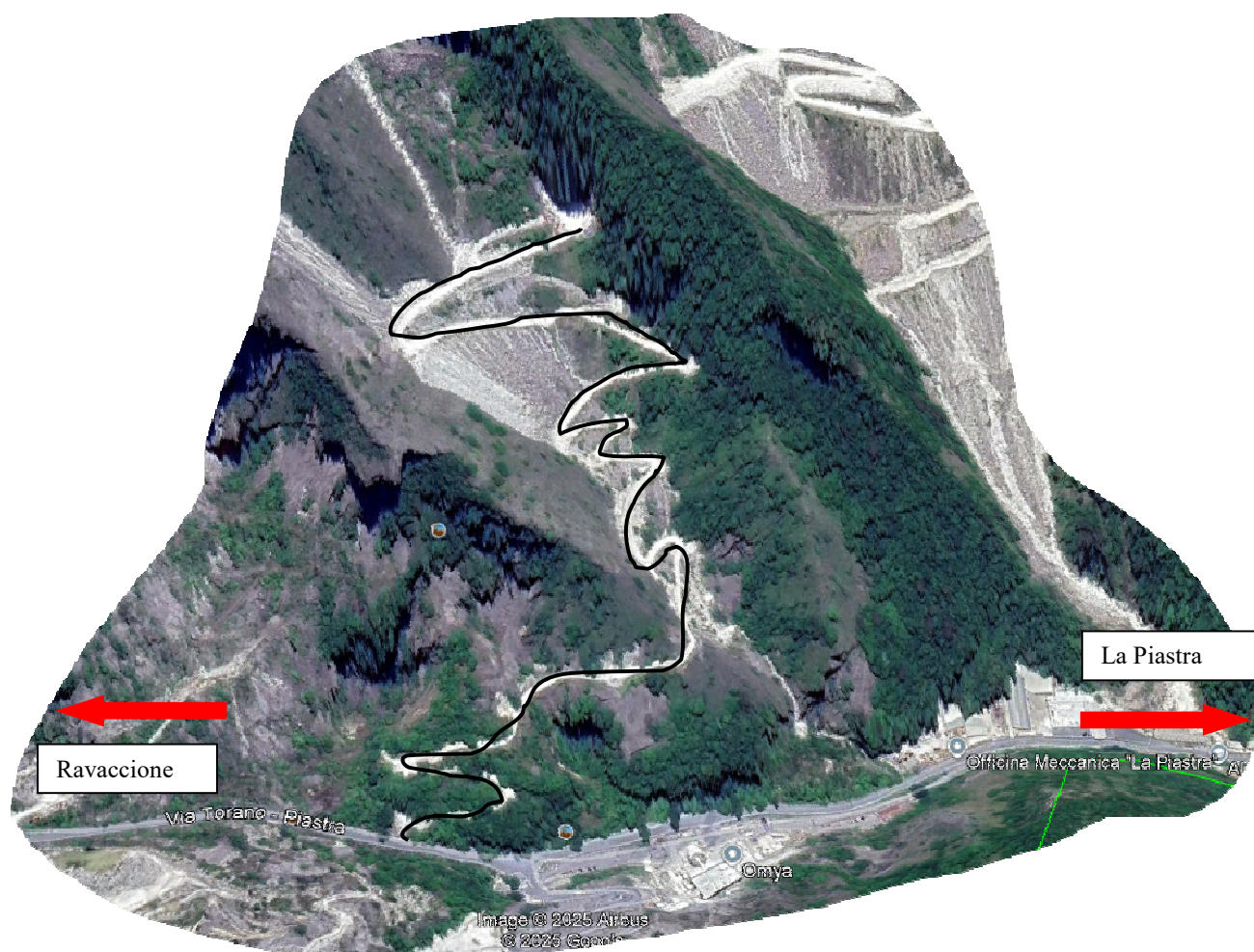
Ortofoto stato attuale scheda PABE



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

La cava si trova in un ambito industriale caratterizzato da diverse attività di escavazione, raggiungibili dalla viabilità di bacino che si imbecca una volta superato il paese di Torano e proseguendo per la località La Piastra; da qui, superati i bivi per le cave del complesso dei Bettogli e di quelle del bacino Lorano-Facciata si imbecca la viabilità di cava che, dopo alcuni tornanti, consente di accedere alla base dei cantieri presso l'area servizi. Tale viabilità fa capo alla sola cava Valpulita. Dalla zona servizi è possibile accedere al cantiere a cielo aperto e quindi a quello in sotterraneo.



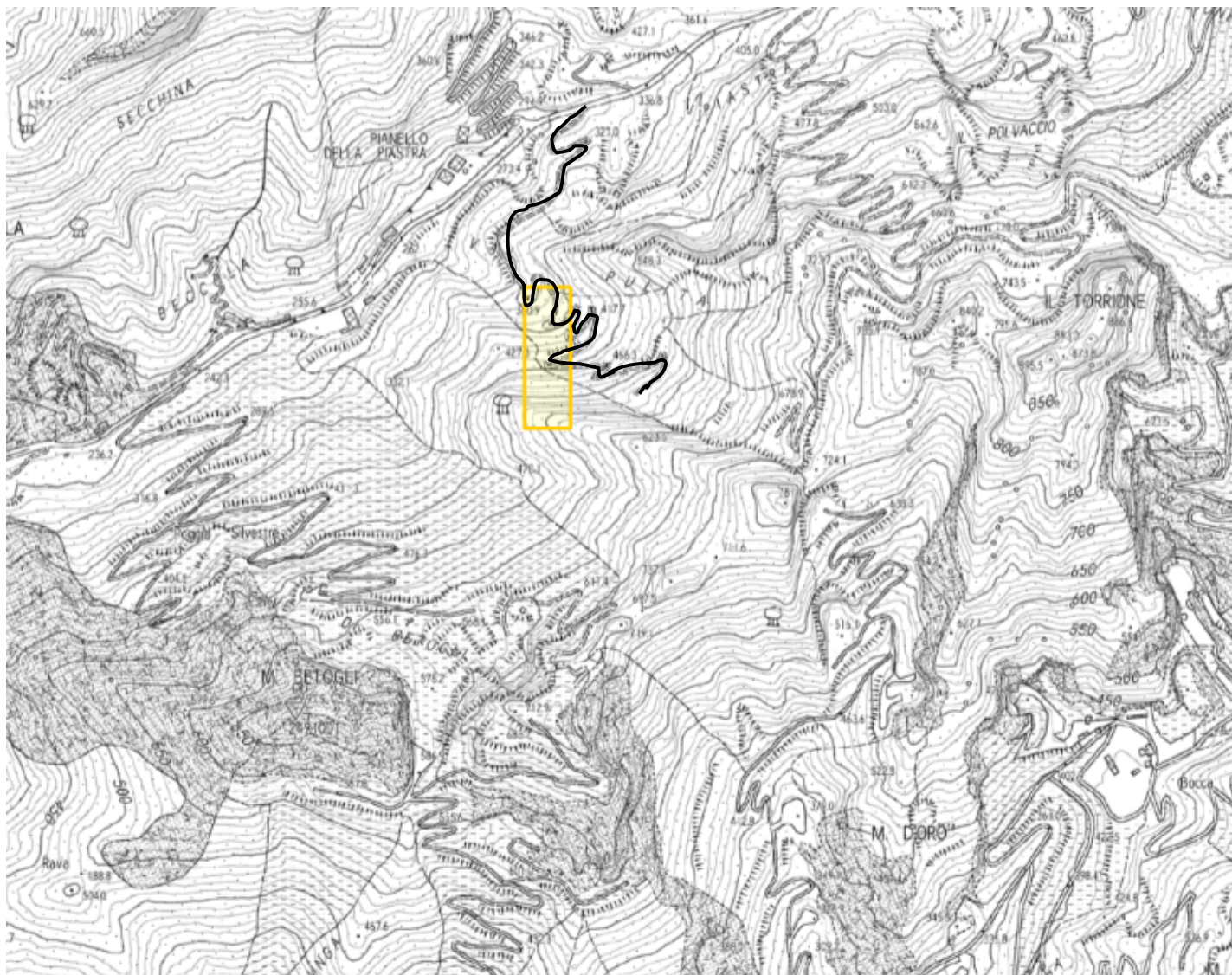
Estratto ortofoto

La viabilità si imposta lungo un impluvio che si genera grazie ad una propaggine Est Ovest del Monte Calocara.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



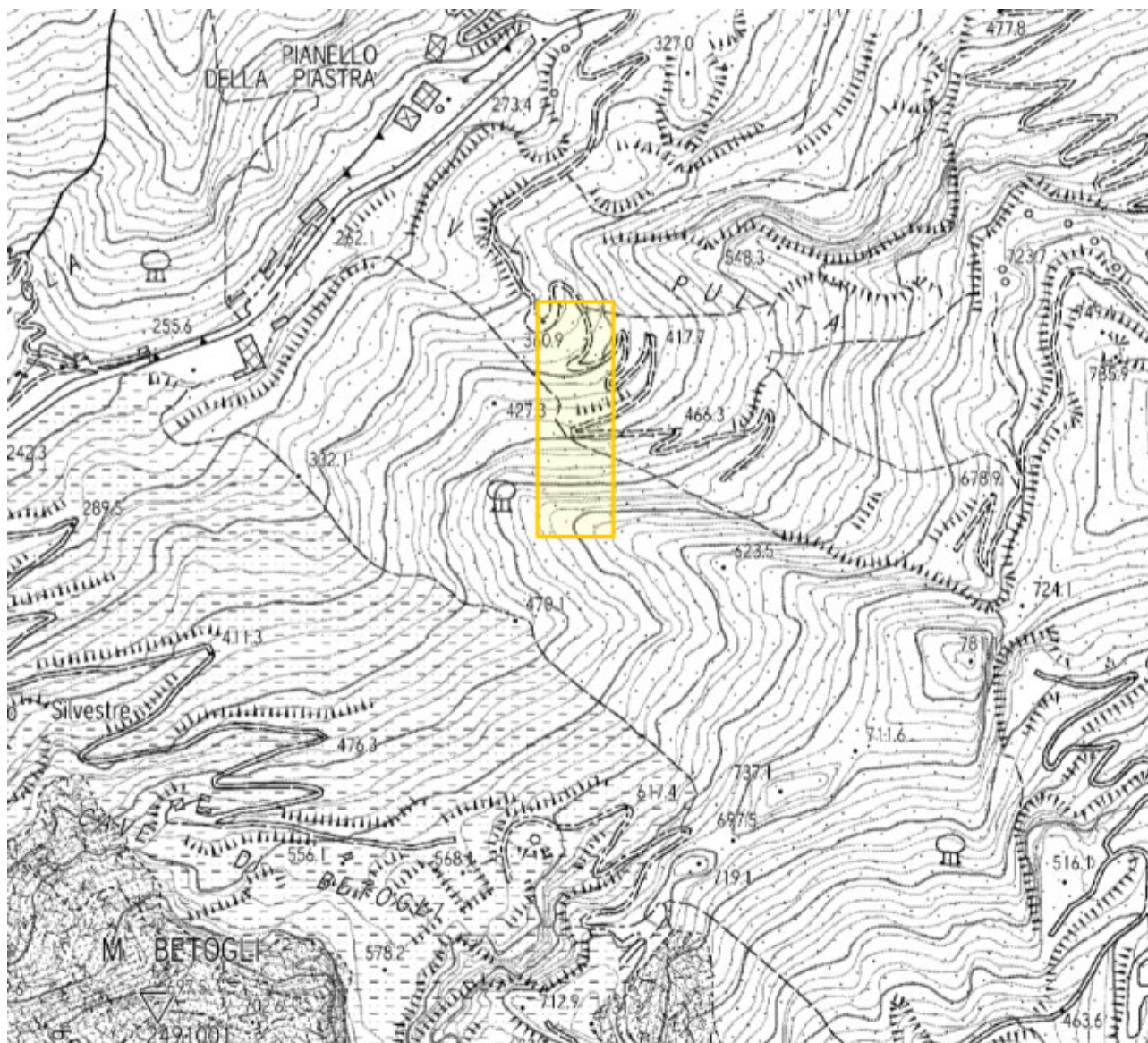
estratto scala 1.8000

Le Ortofoto e le CTR ben mostrano come la cava ricada in un ambito interessato da numerose attività di coltivazione su entrambi i versanti dell'impluvio del Fosso del Lupo, coincidente con la viabilità comunale La Piastra - Ravaccione. A Ovest il complesso Lorano Facciata e a Est quello dei Bettogi e delle cave Polvaccio-Amministrazione.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



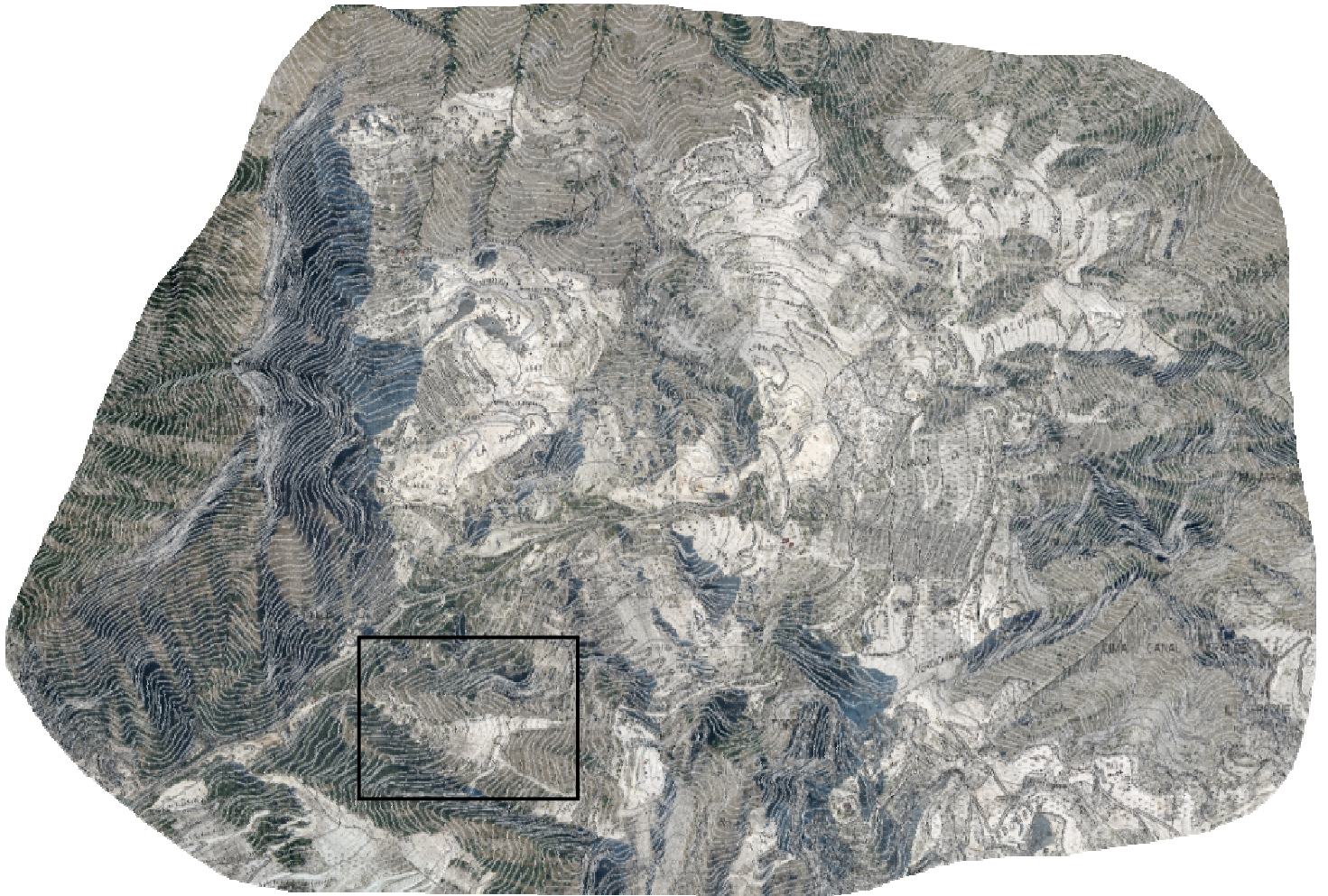
Estratto CTR 1.5000

L'aspetto morfologico dell'area è quello tipico apuano caratterizzato da scarsa vegetazione e da numerose attività estrattive collegate tra loro da viabilità comunale e da viabilità di comparto, sterrate, che conducono ai singoli siti. L'ortofoto ben mostra come la morfologia delle cave abbia un ruolo preminente nella morfologia apuana.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Estratto ortofoto fuori scala



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



VINCOLISTICA VIGENTE da Scheda PABE

Ai fini di individuare il Sistema dei Vincoli si fa riferimento alla Scheda PABE della cava Valpulita n°61 all'interno del Bacino 15. La cava è interessata dalla perimetrazione del Vincolo Idrogeologico RD 3267/33.

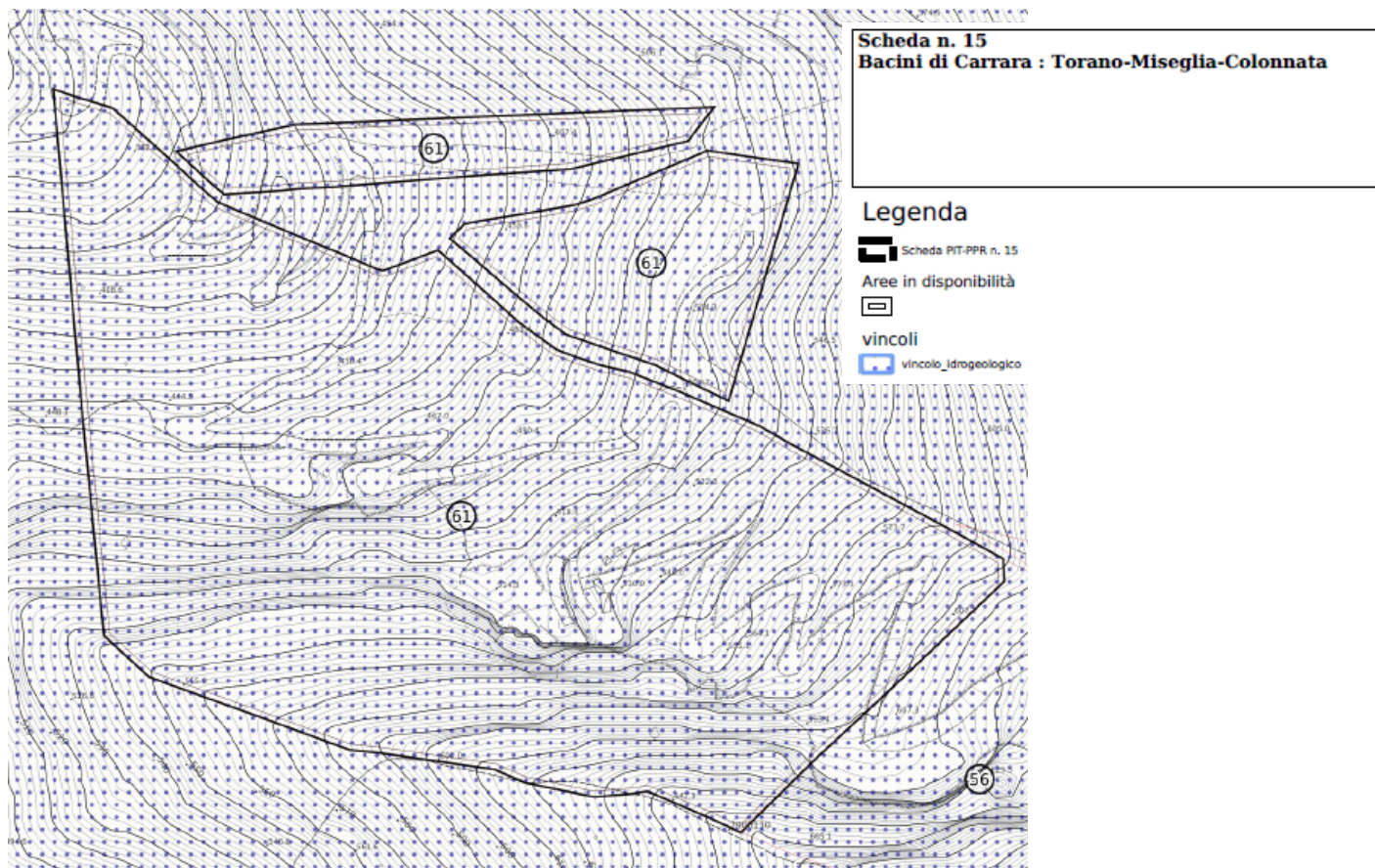
L'analisi della vincolistica va a trattare i soli aspetti funzionali al presente studio ovverosia l'inquadramento geomorfologico e idraulico, utili alla valutazione del progetto dal punto di vista idro - geomorfologico; si lascia invece l'analisi degli aspetti agronomici e paesaggistici al progettista di riferimento.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

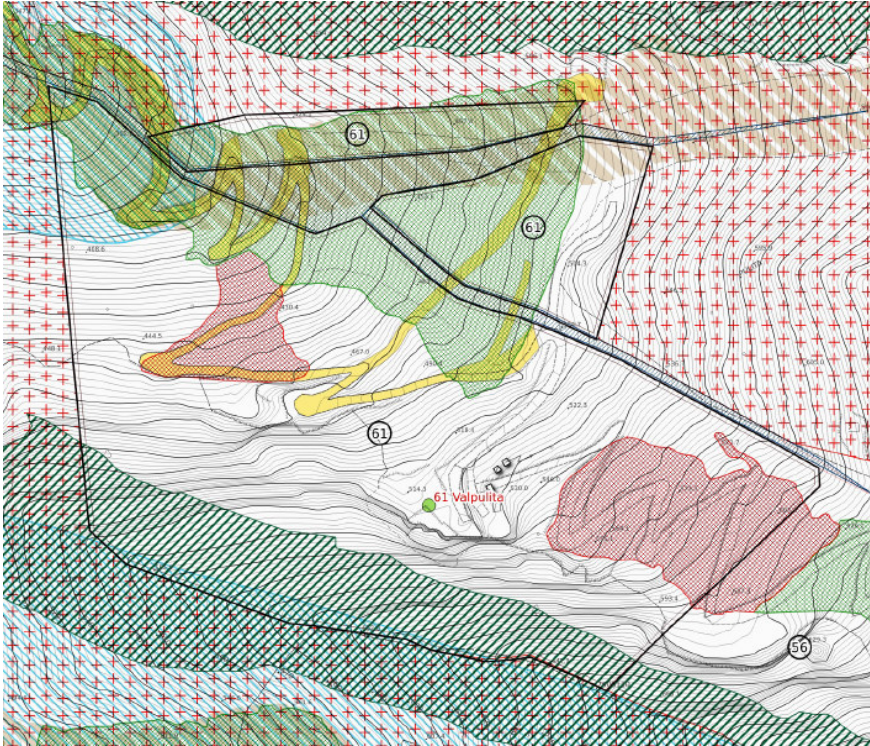
Questa analisi consente di argomentare gli aspetti progettuali in relazione al Regolamento di attuazione 48R per il vincolo idrogeologico.



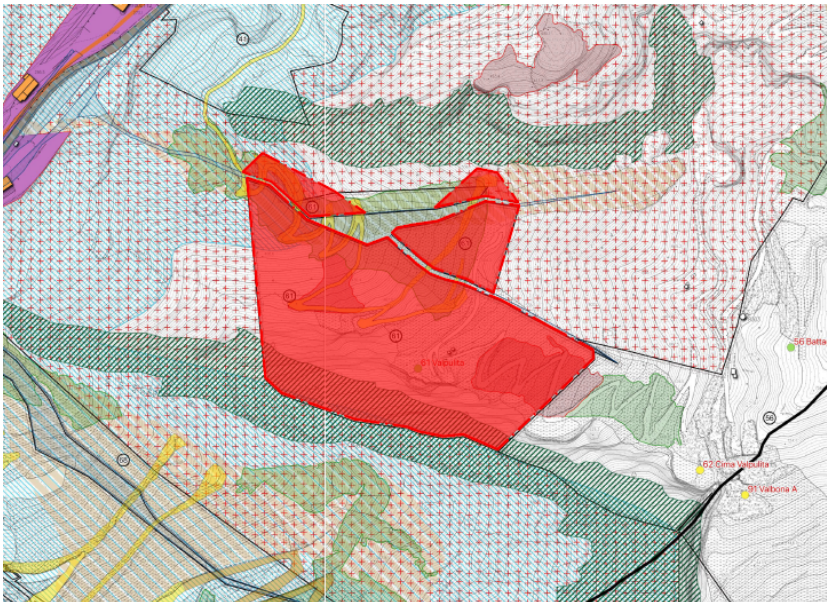


CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Scheda riassuntiva PABE



Scheda riassuntiva PABE con posizione sito estrattivo (rosso)



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Scheda n. 15 **Bacini di Carrara : Torano-Miseglia-Colonnata**

Quadro propositivo di dettaglio a livello di singola scheda
Disciplina dei suoli, delle attività estrattive e degli
insediamenti

Legenda

perimetro_bacino_estrattivo

Tavola_F

localizzazione_cave_stato_attivita

CAVE ATTIVE

fosse_demaniali

Aree di ricerca (art.33 c.1)

Viabilità e Parcheggi (art.26)

Strade di arroccamento comprensoriali

Tutela delle sorgenti e dei pozzi idrop.

A4 - Vulnerabilità media (art.27 c.7)

Ravaneti soggetti a tutela (art.31)

R1 (art.31 c.3)

R2 (art.31 c.4)

peric_geomorfologica_elevata_e_molto_elevata

limiti_amministrativi_comunali

crinali_da_tutelare

classificazione edifici (art.11)

Edifici privi di valore - c3a (art.15)

Legenda Scheda riassuntiva PABE

La scheda alla pagine precedente mostra il “quadro propositivo di dettaglio riguardo la Disciplina dei suoli, delle attività estrattive e degli insediamenti”.

Ne deriva che la cava Valpulita n°61 è interessata da una *pericolosità geomorfologica elevata* con campitura *molto elevata* che si imposta nelle sole zone di fossa demaniale, al di fuori quindi delle zone in cui è prevista la coltivazione; i ravaneti su cui è impostata la viabilità risultano assoggettati a tutela come previsto dall’art31 delle NTG.

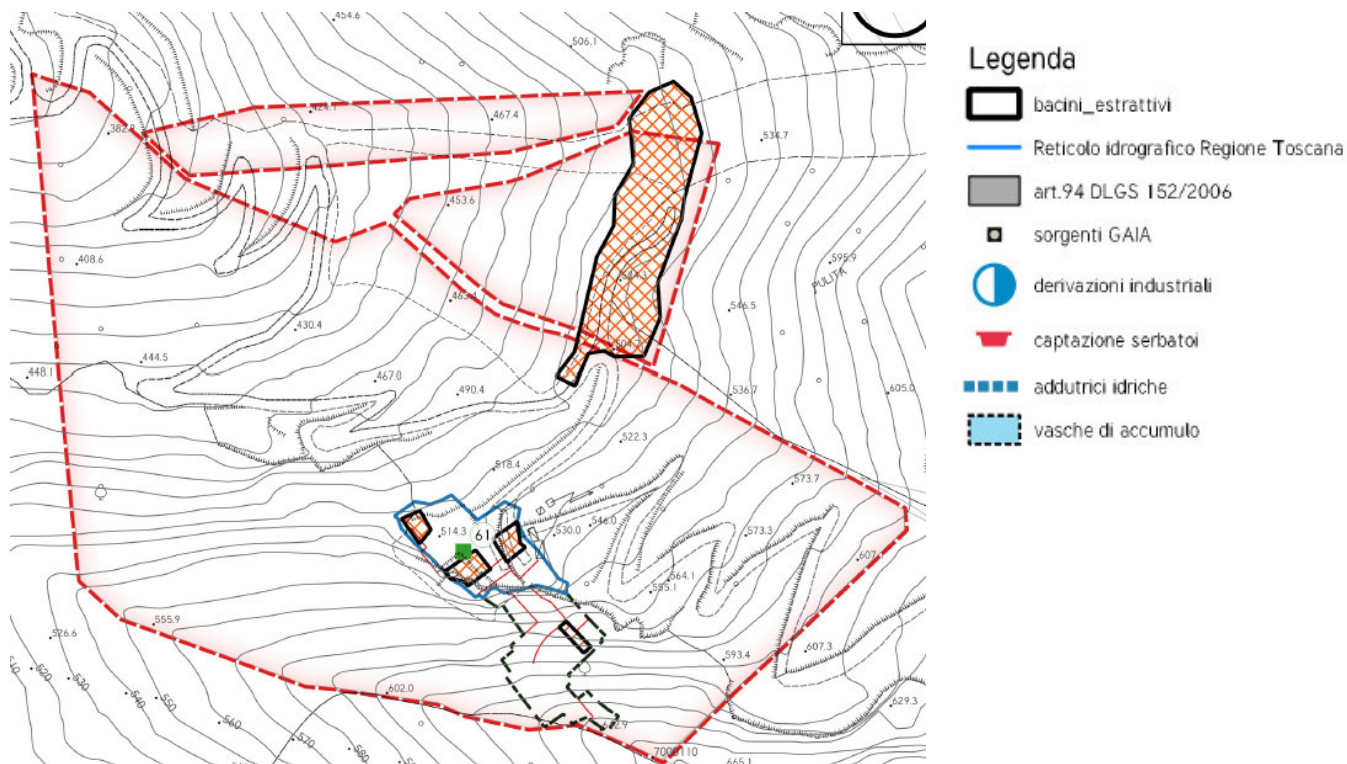
Tali aree sono affrontate a parte dal progettista come riportato in relazione tecnica:

Per le porzioni di ravaneto tutelate presenti in cava, saranno previsti interventi di recupero vegetazionale, come meglio descritti nell'apposita relazione "Piano di Risistemazione Ambientale e Paesaggistica dell'area".

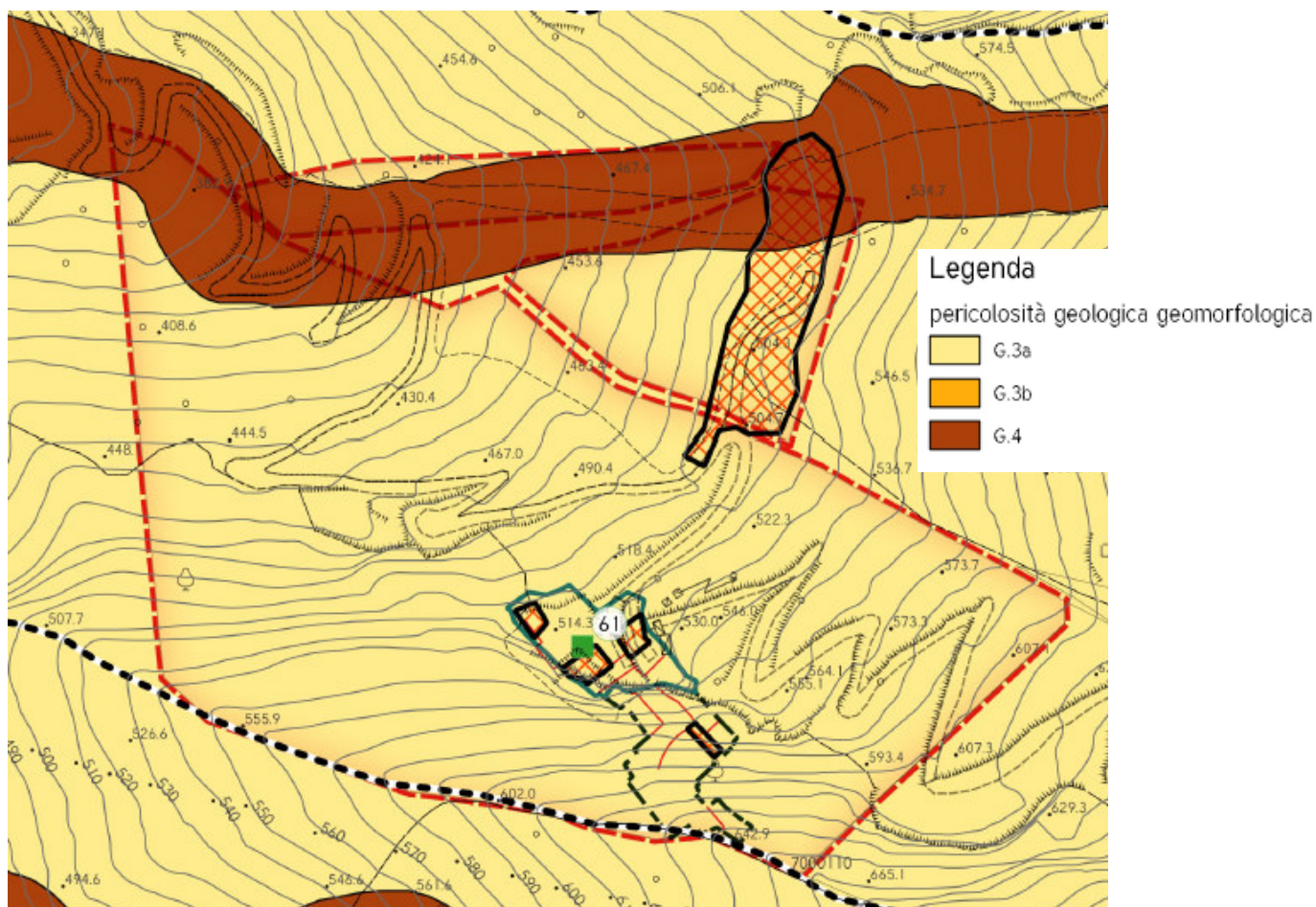
Le lavorazioni si impostano al di sotto di crinali da tutelare rispetto a cui la coltivazione si imposta in sotterraneo.

La progettazione è allineata alla prescrizioni e alle criticità individuate dalla scheda Pabe.

- scheda PIT/PPR INVARIANTE I = I caratteri geomorfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici - risorse idriche. NON SI RILEVANO CRITICITA'. La posizione della cava è al di fuori delle zone di competenza e di prescrizioni derivanti dal reticolo idrografico della regione Toscana. *Le aree oggetto di progetto sono esterne ai sistemi idrografici e non creano interferenze o criticità.*



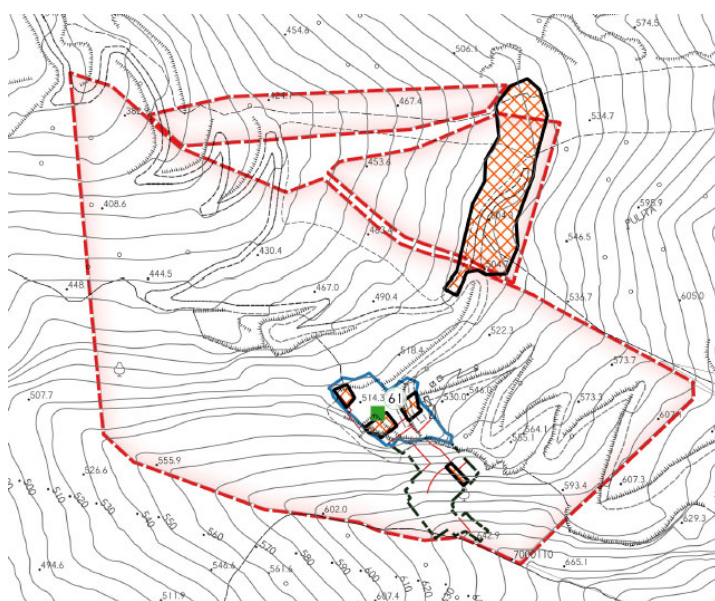
- scheda PIT/PPR INVARIANTE I = I caratteri geomorfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici – pericolosità geomorfologica, emergenze geologiche e crinali NON SI RILEVANO CRITICITA', le aree perimetrate secondo i gradi di pericolosità G4 sono campite esternamente alle aree in coltivazione. *Le aree oggetto di progettazione sono esterne a zone vincolate dal punto di vista delle pericolosità geomorfologiche.*



La pericolosità geomorfologica G3a afferisce ad un ambito montuoso caratterizzato da pendenze elevate che rende necessaria la valutazione di una stabilità propria del contesto roccioso ma lontana da potenziali fonti di innesco assimilabili al “dissesto gravitativo” ovvero sia da presenza di impluvi e vie di scorrimento superficiale delle acque. Le aree G4 sono sottese alla fossa demaniale e alla sua naturale conformazione ad impluvio; a tali fosse viene riconosciuta la capacità erosiva e quindi di potenziale innesco al movimento su materiale detritico sciolto.

- scheda PIT/PPR INVARIANTE I - I caratteri geomorfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici – pericolosità idraulica e misure di mitigazione del rischio.

La posizione dei corsi d'acqua classificati ai sensi della LR79/12 e s.m. e i. non indica aree perimetrate ai sensi della pericolosità idraulica, pertanto NON SI RILEVANO CRITICITA'. Non si rilevano perimetrazioni neppure in corrispondenza delle fosse con pericolosità geomorfologica G4 a riprova di una campitura legata alla presenza di materiale detritico potenzialmente attivabile ma non interessato da asta idrica o battenti.



Legenda

Pericolosità idraulica PS 2012

- Carta delle Aree a Pericolosità Idraulica PIE
Pericolosità Idraulica Elevata
- Carta delle Aree a Pericolosità Idraulica PIME
Pericolosità Idraulica Molto Elevata

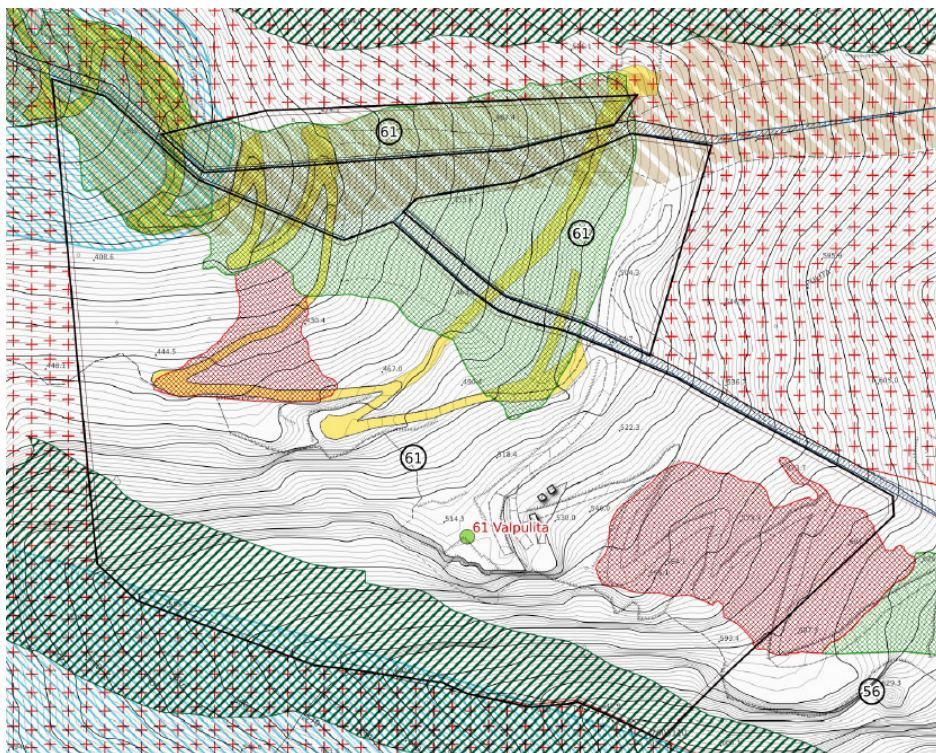
- Ravaneti (art.31 NTA)

Le aree in cui sono campiti i ravaneti R1 e R2 sono al di fuori delle aree oggetto di coltivazione e quindi la progettazione non va a variare lo stato dell'arte individuato dalla scheda.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



I dati della scheda PABE sono poi confrontati con il sistema di dati scaricabili dal sito dell'Appennino settentrionale per PGRA della UoM Bacino Toscana nord al fine di verificare se la documentazione vigente renda necessario rivedere la cartografia del Pabe e quindi le misure da adottare per gestire ogni eventuale criticità. Si rimanda alla specifica relazione tecnica a firma del progettista Ing Marco Berlinghieri.

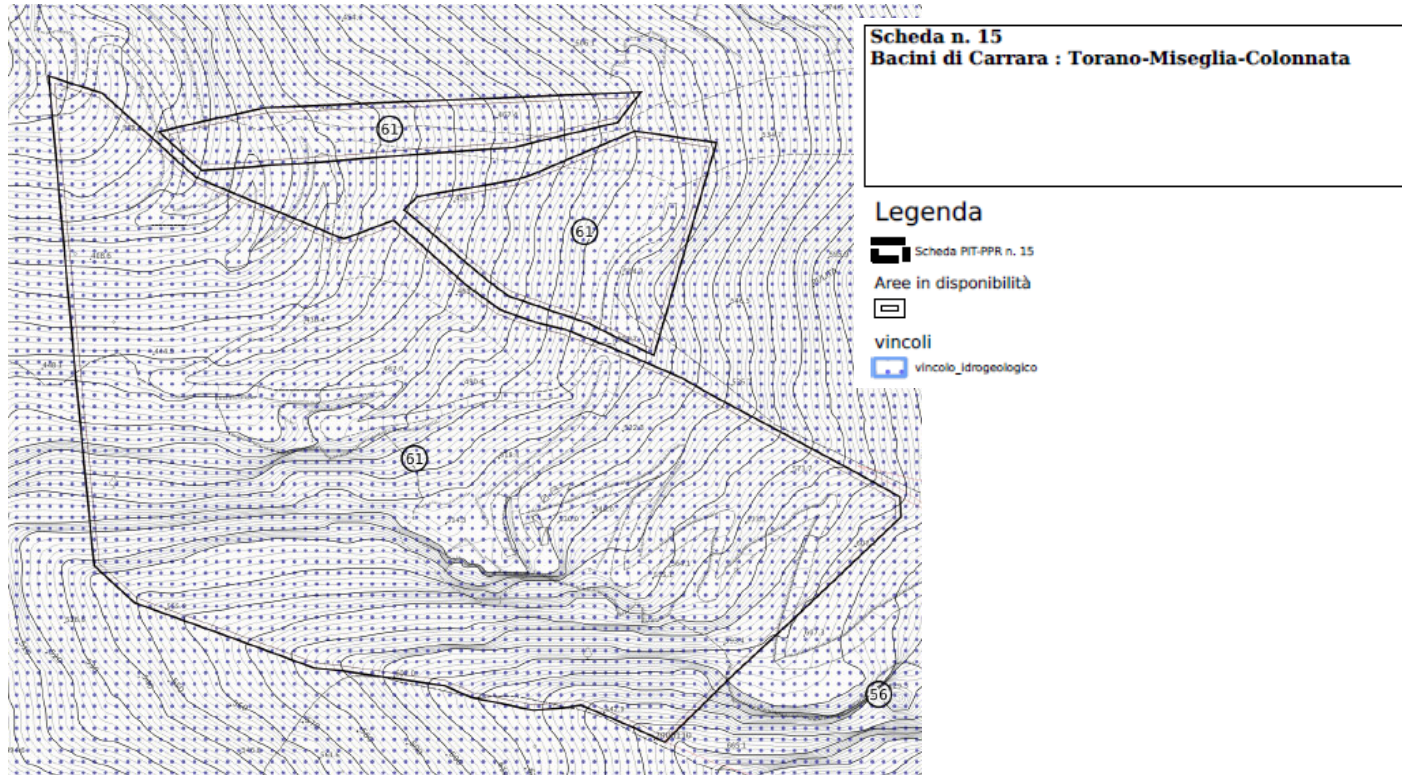
VINCOLO IDROGEOLOGICO

I dati cartografici relativi all'area sono stati reperiti ed estratti dalla cartoteca della Regione Toscana e quelli sui vincoli dal Geoscopio della Regione Toscana; la cava ricade all'interno delle aree perimetrate ai sensi del RD 3267/1923 ovvero sia soggette al rilascio della autorizzazione al Vincolo idrogeologico. Il presente studio ha lo scopo di descrivere tutti gli aspetti necessari all'inquadramento del Progetto rispetto ai contenuti del Regolamento di attuazione 48R per il vincolo idrogeologico in ossequio all'art.101 comma 1 del DPGR 48/R/2003 secondo cui *"....la realizzazione, infrastrutture e movimenti di terreno di cui all'art.42 comma 5, comprese la apertura e la coltivazione di cave e torbiere, sono soggetti ad autorizzazione"*.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Gli articoli del DPGR individuano nella stabilità dei versanti e nella gestione e regimazione delle acque gli aspetti da valutare per valutare la coerenza delle opere con la autorizzazione al vincolo stesso. L'articolo 101 mostra la procedura di valutazione del progetto.

Art. 101

Opere, lavori e movimenti di terreno soggetti ad autorizzazione

1.¹⁹⁰ Fatto salvo quanto previsto nella presente sezione, la realizzazione di opere, infrastrutture e movimenti di terreno di cui all'articolo 42, comma 5 comprese l'apertura e la coltivazione di cave e torbiere, sono soggetti ad autorizzazione.

2. Ai fini del rilascio dell'autorizzazione le valutazioni delle possibili alterazioni della stabilità dei terreni vincolati e della regimazione delle acque è effettuata sulla base:

- a) delle risultanze delle indagini geologiche e delle verifiche di stabilità definite dall'articolo 75, in rapporto alla tipologia, localizzazione, modalità e fasi esecutive delle opere;
- b) delle modalità per la realizzazione e della successione temporale dei lavori, con particolare riferimento agli scavi e riporti di terreno ed alle opere di contenimento e di consolidamento del terreno, come evidenziati in apposita relazione tecnica, planimetrie e sezioni relative alle fasi di cantiere, riferite all'attuazione del progetto esecutivo delle opere di fondazione e di quelle di contenimento e consolidamento del terreno;
- c) delle possibili interferenze con la circolazione idrica superficiale e profonda, come risultano dalle indagini geologiche di cui alla lettera a) ed evidenziate in apposita documentazione progettuale in cui siano rilevabili, in particolare, i livelli di falda in sovrapposizione alle opere in progetto, le opere per la regimazione e lo smaltimento delle acque superficiali, nonché la localizzazione e la rete di sgrondo dei drenaggi a retro delle opere di contenimento, con particolari relativi alle modalità costruttive degli stessi;
- d) dell'assetto finale dei luoghi al termine dei lavori e delle eventuali opere di ripristino ambientale.



Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

L'oggetto della progettazione è rappresentato, da un abbassamento di quota del cantiere a cielo aperto, una prosecuzione dei rami di coltivazione nella zona Nord Ovest (in continuità a quanto già valutato nel corso delle precedenti Scia) e la apertura di un ramo di galleria a quota altimetricamente superiore a quella esistente.

Lo spirito della coltivazione è quindi quello di sfruttare il giacimento coerentemente con la fratturazione esistente ed attesa, mantenendo quindi una direzione orientata come le scistosità principali, incrociandola poi con la giacimentologia a scala di bancata.

La stabilità dei fronti a *scala della bancata* accresce quindi a *scala di cava* e tiene conto delle lavorazioni a cielo aperto e sotterraneo allargando quindi i concetti di equilibrio idrogeomorfologico istillati dal RD3267/33 ad areali ben superiori alla disponibilità, in una applicazione del concetto di sicurezza di fronti, versanti e ambiti di cava ottimali. La coltivazione non va a variare la viabilità se non con adeguamento delle rampe alle quote di progetto pertanto mantiene l'equilibrio della viabilità esistente che sfrutta sia il versante in roccia che l'impluvio e il detrito ivi essistente.

Il Progetto, comportando uno scavo, rientra nell'ambito di applicazione dell'art 73 del DPGR 48R; da questo articolo discendono sia gli aspetti geomorfologici, che legano la geometria del progetto al versante di contesto in cui ricade, che gli aspetti di regimazione delle acque superficiali; le acque profonde sono trattate nel contesto ambientale proprio delle AMD.

Dal punto di vista geomorfologico la posizione e la dimensione delle bancate oggetto di proposta progettuale consentono di escludere fenomeni di dissesto connessi a movimenti gravitativi; la cartografia soprastante mostra una naturale prosecuzione delle scelte e geometrie di lavorazione finora autorizzate. La coltivazione procede con singole bancate di fatto assecondando uno scavo a fasi che avvengono a seguito di una "lettura del monte" e con tempi tali da valutare la stabilità delle porzioni oggetto di taglio e anche dell'immediato contorno.

Le geometrie di lavorazione tra cantiere a cielo aperto e sotterraneo armonizzano tra loro e sono valutati i portali di accesso così come i fronti rocciosi che si trovano al di sopra della viabilità e dei piazzali.

La tipologia di dissesto può avvenire su diversi livelli:

- Fenomeni in roccia
- Fenomeni in detrito

In relazione ai primi la analisi di stabilità della cava consente di individuare eventuali cunei generati dalla geometria dello

scavo e dalle fratture esistenti; questo può avvenire a scala della bancata, e viene amministrato in sede di direzione lavori, o a scala del fronte e la sua valutazione passa attraverso uno studio a scala maggiore; per questo si rimanda non solo alla relazione annuale di stabilità dei fronti.

Sempre per le questioni di instabilità che possono riguardare la roccia le uniche fenomenologie di dissesto sono ravvisabili alla scala della bancata, secondo fenomeni di potenziale crollo in roccia; si tratta di aspetti che sono stati, non solo prodromici alla scelta della geometria di progetto, ma anche valutati in sede di direzione lavori e di procedure di taglio al monte; come detto la coltivazione si va ad allineare alle difettosità esistenti e questo consente non solo di disporre della massima resa ma anche di operare in condizioni di sicurezza diminuendo quindi le variabili rappresentate dai piani di rottura. La progettazione non rende necessario porre in essere misure di controllo dei fronti di techia aggiuntive rispetto a quelle già in essere.

La coltivazione non va ad interessare gli accumuli detritici se non per operazioni di abbassamento delle rampe e collegamenti tra le quote secondo tecniche di lavorazione derivanti dalla buona tecnica di coltivazione.

La gestione delle acque dilavanti è fatta in modo da evitare che si creino, per quanto possibile a cielo aperto, ruscellamenti concentrati e quindi forme di erosione. La conformazione attuale comporta una naturale raccolta delle acque di precipitazione e di lavorazione date le pendenze che conducono al sottterraneo.

La progettazione:

- non va a variare il regolare deflusso delle acque superficiali o sorgive, rispetto alle quali la localizzazione è distante (cfr estratti Pabe);
- non crea fenomeni di erosione o ristagno, trattandosi di uno scavo in roccia finalizzato alla estrazione di blocchi in un porzione di cava già oggetto di coltivazione e completamente inserita in ammasso roccioso;
- non crea ostacoli alle acque meteoriche, gestite secondo le procedure già autorizzate per il Piano vigente;
- assicura la gestione delle acque NON creando fenomeni di erosione o ristagno, in questo senso le acque sono incanalate e le uniche erosioni, in occasione di forti eventi meteorici, riguardano le rampe e le strutture in detrito che sono comunque gestite e mantenute all'interno del ciclo di lavoro della cava mediante pendenze e cordolature.
- assicura la raccolta delle acque di lavorazione secondo un ciclo chiuso di gestione quali quantitativa delle acque di

coltivazione, anch'esse incanalate e gestite sia nei confronti di erosione che ristagno;

Il rispetto dei principi del Dpgr 48R assicura una gestione quali quantitativa delle acque di lavorazione che necessariamente coinvolge tutto il sistema acqua che gravita intorno ad un sito di coltivazione; siano esse acque meteoriche o acque da LR79/12 o acque sorgive ma anche acque di lavorazione. Le opere risultano quindi coerenti con le indicazioni del DPGR 48R e sono allineate alla progettazione esistente.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Geomorfologia generale

La zona in esame, dal punto di vista morfologico richiama la geologia regionale che rende il massiccio apuano unico al mondo; la geomorfologia, intesa come scienza che studia le forme del territorio, è legata alla geologia che caratterizza l'area oggetto di studio; sulle Apuane il controllo della geologia regionale e locale ha fortemente condizionato gli aspetti geomorfologici; a questi si aggiunge, come in ogni altro ambito produttivo o residenziale, il ruolo dell'uomo.



Estratto Google

L'area di studio ricade in uno dei bacini più anticamente interessati da attività di escavazione; come visibile le aree estrattive si organizzano in sottobacini che identificano cave singole o gruppi di cave in continuità tra loro.

La morfologia è propria del contesto geologico metamorfico apuano che si inserisce, pur distinguendosi in modo netto, dal resto dei rilievi afferenti l'Appennino Settentrionale; il massiccio delle Alpi Apuane in virtù della propria storia metamorfica ha infatti subito fenomeni che hanno portato alla "emersione del duomo apuano" secondo altezze che gli comportano una particolare visibilità all'interno del contesto morfologico appenninico.



La geologia e la tettonica finiscono poi per ripercuotersi sugli aspetti idrografici ed idrogeologici apuani e non da ultimo sulle caratteristiche morfologiche e paesaggistiche in genere. Le alpi Apuane costituiscono, sotto tutti gli aspetti citati, un caso unico al mondo. Alle forme proprie del territorio si somma necessariamente l'uso che è stato fatto dall'uomo nel corso del tempo in

relazione alla lavorazione del marmo bianco che risale, come ben noto, ai tempi dei Romani.

Le cave del carrarese vanno a costituire un elemento di continuità come visibile dalle immagini di Google Earth alle pagine precedenti per cui la divisione in 4 bacini marmiferi fornisce una suddivisione ad un territorio a monte dalla città legato alla presenza di piccoli paesi anticamente sorti a servizio delle cave stesse.

La morfologia delle valli risente dei fenomeni plicativi e distensivi per cui i 4 bacini sono di fatto anche “geologicamente distinti” tra loro. La geologia regionale costituisce quindi il primo elemento di modellazione del territorio apuano.

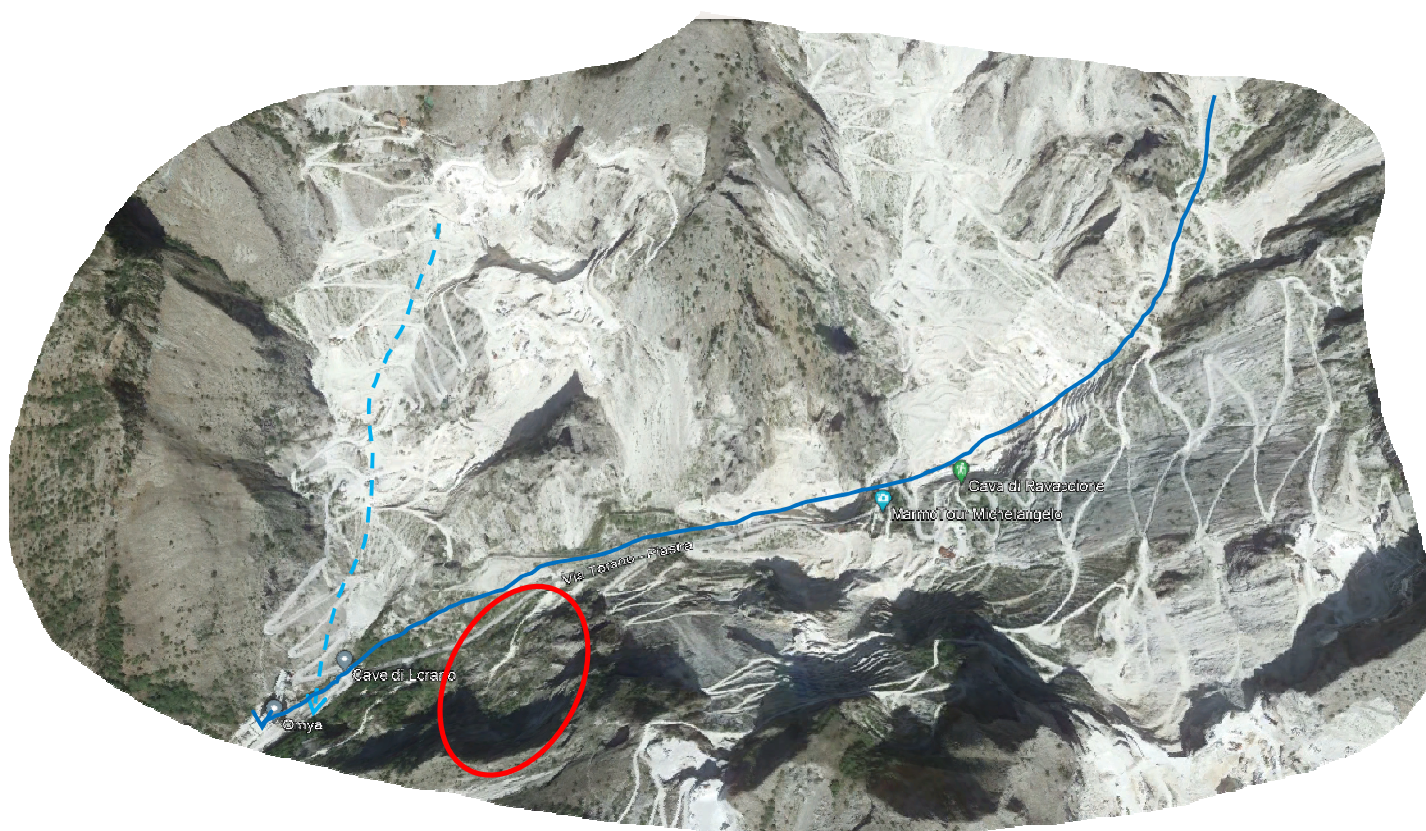
L’immagine seguente ben evidenzia i caratteri tipici apuani; la morfologia, come detto, rispecchia quindi i processi tettonici occorsi e a sua volta viene poi rimodellata dai fenomeni esogeni ed endogeni così come dalla azione dei corsi d’acqua e dalle precipitazioni: alcuni esempi sono le coperture alluvionali, le aree deposizionali ed erosive fluviali, le coperture colluviali e le forme di erosione in genere.



Da una morfologia a scala regionale si passa poi ad una analisi geomorfologica più locale connessa ai fenomeni naturali ed antropici che interessano gli areali minori.

In questo senso è interessante definire dei bacini morfologici che di fatto possono coincidere con il complesso estrattivo preso in esame.

Nel caso in esame la cava ricade nel versante esposto a Nord dell'allineamento Bettogli – M.te Torrione, in sinistra idrografica del Fosso del Lupo.

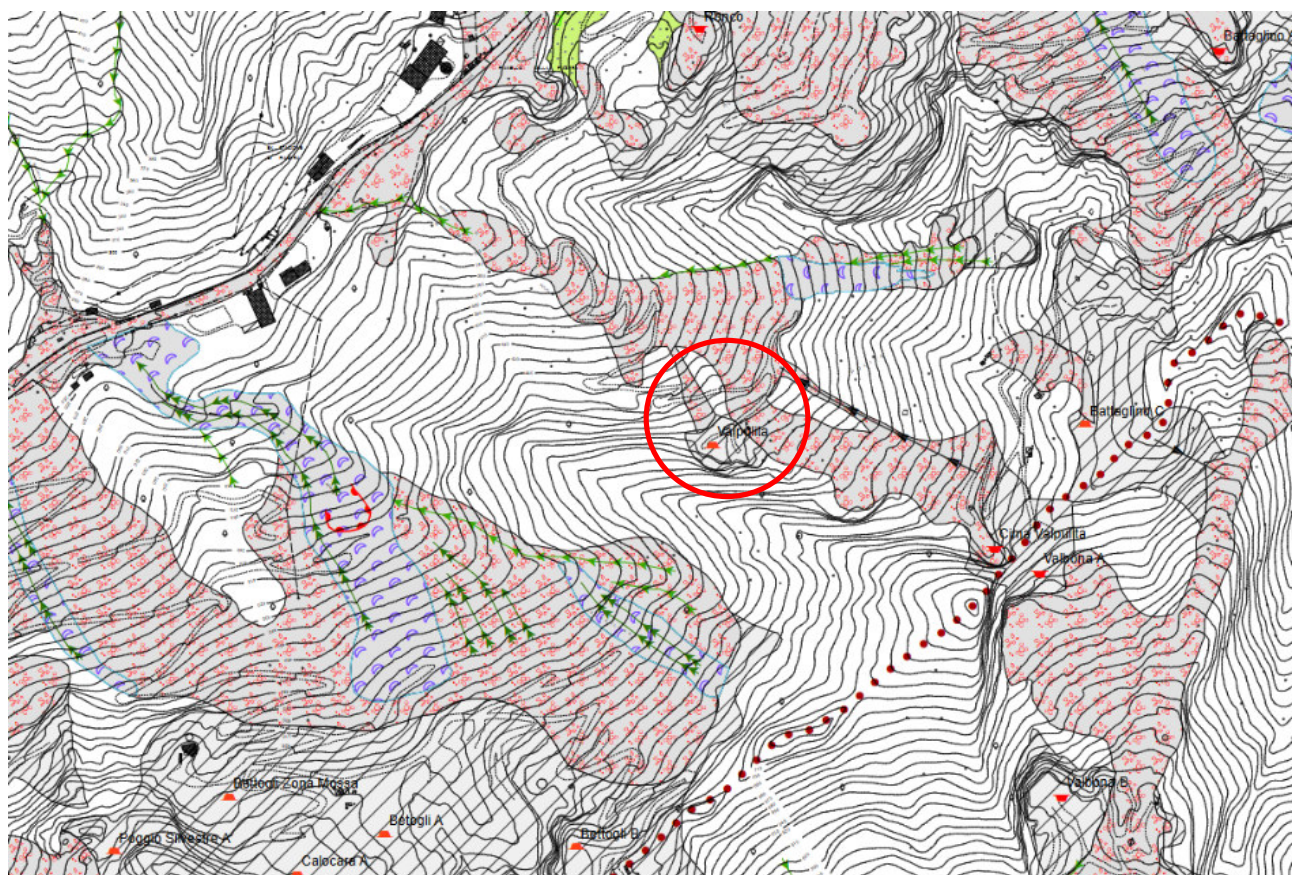


La cava si trova in impluvio o vallecchia nota come Valpulita, da cui è disceso il nome del sito estrattivo; la cava si trova a mezzacosta.

La conformazione dei versanti è individuata da lineazioni tettoniche su cui si impostano fossi minori o impluvi che contribuiscono a far confluire le acque di precipitazione verso valle; su tali direzioni si impostano poi le strade di arroccamento.

La carta geomorfologica della zona conferma la presenza di corpi detritici incanalati derivati sia dal trasporto torrentizio che dalla gravità e dalla azione umana; le rimanenti zone appaiono prive di peculiarità geomorfologiche con esclusione della copertura detritica a ravaneto.

La sottostante carta della geomorfologia Tav 4_GM_2017 ben individua un ambito montuoso caratterizzato da alluvioni terrazzate di fondo valle, coni e corpi detritici, aree di canalizzazione delle acque.



Cave



Area scavata (ae)



Cave attive



Saggi di cava

Sono cartografati i principali saggi di cava rilevati esternamente al perimetro dei bacini estrattivi



Delimitazione dei bacini estrattivi:

1. Pescina Boccanaglia; 2. Torano;
3. Miseglia; 4. Colonnata



Cave inattive e dismesse



Traccia di canale di scarica



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Forme di accumulo e relativi depositi



Corpo di frana complessa attiva (a1cma) e quiescente (a1cmq)

Frane generate da due o più tipi di movimento. Sono cartografati i principali corpi di frana caratterizzati, spesso, da geometrie complesse, talvolta coalescenti e con piede che assume di frequente la tipica forma a lobo. Le evidenze geomorfologiche suggeriscono, in generale, tipologie quiescenti anche se sono individuabili riattivazioni di singole porzioni degli originali corpi di frana. Più rare risultano le riattivazioni totali.



Corpo di frana di scorrimento attiva (a1sa) e quiescente (a1sq)

Frane generate da movimenti di scorrimento (o scivolamenti) che hanno comportato uno spostamento per taglio lungo una o più superfici. Sono cartografati i principali corpi di frana a prescindere dalla tipologia del movimento (traslativo, rotativo) avvenuta lungo la superficie di taglio.



Corpo di frana di colamento attiva (a1coa) e quiescente (a1coq)

Frane che generalmente interessano terreni sciolti (terra e detrito). Sono cartografati i principali corpi di frana a prescindere dalla velocità del movimento che varia da estremamente rapido ad estremamente lento.



Corpo di colata da trasporto in massa di detrito (debris flow) attiva (a1dfa)

Frane che interessano il materiale detritico di scarto prodotto dalle cave di marmo (ravaneti) scaricato lungo i versanti interni ai bacini estrattivi. Sono cartografati i corpi di frana più significativi originatisi da uno o più eventi gravitativi tra loro coalescenti.



Corpo di frana di crollo o ribaltamento attiva (a1ca) e quiescente (a1cq)

Frane generate da fenomeni che comprendono la caduta libera, il ribaltamento, il movimento a salti e rimbalzi e il rotolamento di frammenti di roccia e/o di terreno sciolto.



Corpo di frana o settore di versante oggetto di recenti interventi di sistemazione idro-geomorfologica (Vsi)



Detrito incanalato (di)

Depositi detritici generati per gravità nei torrenti montani. Tali depositi presentano una genesi gravitativa di tipo naturale e/o antropica (detriti di versante s.l. mescolati a scarti eterometrici derivanti dalla lavorazione delle cave di marmo)



Detriti di falda (a3a)

Falde di detrito, talus detritici, con di detrito singoli o coalescenti anche a grossi blocchi, prevalentemente al piede di versanti caratterizzati da roccia nuda o da coperture limitate, "pietraie"



Detriti e terreni di copertura in condizioni di instabilità morfologica potenziale (dim)

Coperture detritiche s.l. su versanti acclivi, e/o contraddistinti da cambi di pendenze di tipo naturale o antropico e/o interessati da ruscellamento/erosione concentrato/a e/o interessati da incisione al piede di tipo naturale (corsi d'acqua) o antropico (strade o altre strutture antropiche)



Detrito di versante s.l./depositi eluvio-colluviali (aa)

Accumuli indifferenziati di frammenti litoidi eterometrici che originano coperture detritiche d'alterazione in matrice argillo-limo-sabbiosa. Sono cartografate le principali coperture detritiche s.l. con spessori superiori ad 1,5/2 metri caratterizzanti per lo più le formazioni di natura scistoso filladica.

FORME FLUVIALI, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI AD ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI



a)



b)



c)

Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo attivo (a), inattivo (b) e documentato su base morfologica e/o storica (c)



Paleoalveo



Canale di debris flow

Andando poi a *zoomare* sul sito di cava Valpulita 61 si osserva la assenza di fenomenologie a grande scala. I fenomeni si concentrano nelle zone di copertura laddove si associano a pendenze elevate e a forme di scorrimento incanalato (si veda fosso posto più a Nord). La escavazione storica porta a modificazioni morfologiche anche dei fronti in roccia e di quelli in detrito ad uso strada.

FORME DI VERSANTE, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLA GRAVITA'

Forme di denudazione

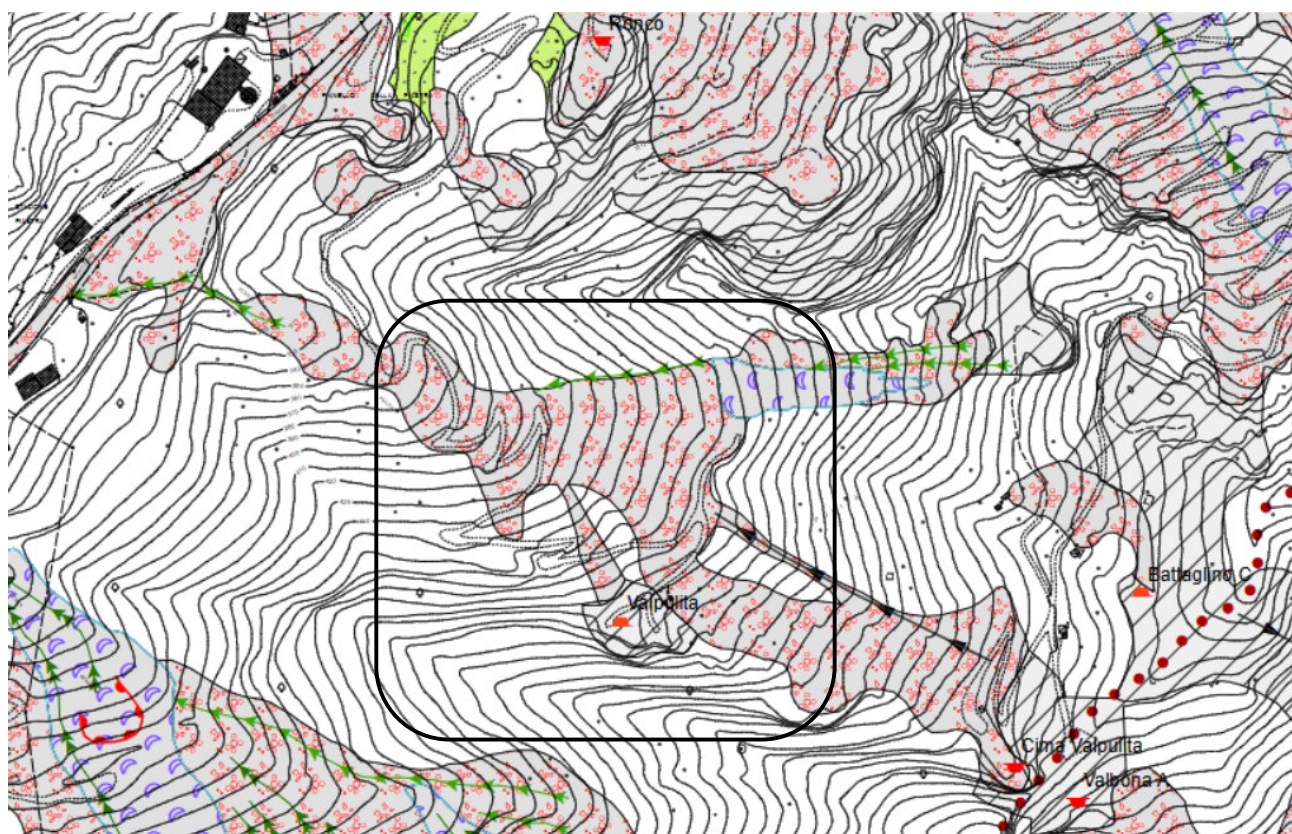
 **Orlo di scarpata di degradazione o di erosione**
Sono cartografati i principali orli di scarpata naturale

 **Orlo di scarpata di frana**
Sono cartografate le principali nicchie di frana indipendentemente dal loro stato di attività

 **Orlo di scarpata di cava e/o di degradazione artificiale**
Sono cartografati i principali fronti di escavazione esterni ai bacini estrattivi

 **Frana o gruppo di frane di dimensioni non cartografabili**

 **Rotolamento o scivolamento massi**
Aree che possono essere interessate da caduta massi





Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Occorre però poi analizzare aspetti che la cartografia non considera ovvero che una cava di marmo si imposta in un contesto roccioso e che non sono solo le coltri detritiche a legarsi al concetto di dissesto; la presenza di fronti rocciosi aggettanti con circa diverse decine di metri di dislivello, associata ad una componente di fratturazione di crinale, rende le aree di cava suscettibili di caduta per crollo di porzioni rocciose degradate in cui la fratturazione, associata alla presenza di animali, piante e apparati radicali, sbalzi termici può causare caduta di roccia.

I crolli di per se sono fenomeni scarsamente prevedibili e sono gestiti con controlli visivi, chiodature, messe in opera di reti e disaggi periodici con personale specializzato.

Questi fenomeni, non rilevati alla scala della cartografia comunale, rappresentano però la routine del lavoro di una cava sia alla scala della tecchia, che dei fronti adiacenti altre cave, che della singola bancata.

I sopralluoghi eseguiti in situ non evidenziano particolari situazioni e fenomeni geomorfologici se non il naturale degrado fisico dei fronti rocciosi sottoposti all'azione degli agenti atmosferici.

La zona di cava appare caratterizzata dalla scarsità di vegetazione, in linea con un carattere apuano e special modo carrarese, e anche dalle immagini si osserva roccia in posto, legata ad un forte controllo da parte di fratture di scistosità e dalla mancanza di regolite di alterazione; le aree a maggior copertura vegetazionale segnalano la presenza di materiale lapideo diverso dal marmo e nello specifico calcare selcifero.

In questo senso il forte controllo da parte della scistosità principale ha condizionato non solo le lavorazioni di cava ma anche la direzione di possibile scivolamento in roccia sui fronti vergini. Questo causa quindi delle aree di potenziale scivolamento superficiale di porzioni di roccia lungo le fratture che vengono pertanto sia chiodate che coltivate con modalità di approccio al monte volte a tutelare la salute e sicurezza sui luoghi di lavoro; le tecchie residuali, soprastanti il cantiere sotterraneo e anche quello di nuova realizzazione presentano infatti una alterazione propria cui alle fratture si associa la azione di disgregazione meccanica causata da agenti esogeni, la degradazione chimica propria delle acque e delle precipitazioni, la azione vegetale ed animale causata da vegetazione arbustiva che si insinua in piccole fratture finendo per spaccarle e degli animali nelle loro vie di passaggio.

A questi fenomeni propri del contesto apuano, e nei confronti dei quali l'uomo esercita una azione di controllo e mitigazione mediante opere di consolidamento, si associano le problematiche che si possono generare nelle aree di coltivazione.

La coltivazione della cava si articola sempre parallelamente o perpendicolarmente alla scistosità principale di cava secondo un principio di “economia” di taglio e di maggior resa possibile; a questa situazione si associano poi fratture diversificate, vedasi la relazione di stabilità e la carta delle fratture, che possono generare cunei nel momento in cui viene impostata la geometria di coltivazione che necessariamente crea una interruzione della roccia e generando un vuoto può favorire una possibile direzione di scorrimento.

Le lavorazioni in progetto tengono conto delle fenomenologie geomorfologiche connesse ai bacini marmiferi apuani e che possono essere identificate in termini di “dissesto geomorfologico” ovvero:

- Fenomeni di crollo/instabilità di versante e dei fronti propri dei fronti di lavorazione; questo aspetto è trattato all’interno della Relazione di Stabilità dei fronti di cava e Relazione di Stabilità del Versante inteso nella sua globalità strutturale e tettonica. Le problematiche evidenziate da uno studio delle fratture e da apprendimenti mediante analisi puntuale delle geometrie individuate aggiungono dati alla conoscenza maturata negli anni e consentono di fare prevenzione sia a scala della bancata che a scala di un fronte. Si tratta di aspetti gestiti nell’ordine ad una normale attività di sorveglianza e direzione dei lavori.
- Fenomeni di instabilità degli ammassi detritici ovvero i ravaneti; in questo senso la cava ha lavorazioni che si trovano a distanza da ravaneti e pertanto, nel quotidiano, deve solo gestire i cumuli che sono prodotti nello svolgimento della attività; come detto gli accumuli su cui sorge la viabilità sono mantenuti in modo ordinario.
- Fenomeni di crollo delle creste di crinale o scoscendimenti di terra in aree finimentose, anche in questa situazione numerosi sono gli interventi posti in essere per la tutela dei luoghi di lavoro con reti e sistemi che, ben armonizzati coi fronti, consentono l’eliminazione di fenomeni di crollo legati alla naturale degradazione delle linee di ciglio per la azione di agenti esogeni, forme arbustive e animali.

Il primo aspetto è affrontato in relazione apposita facente parte integrante del Piano di Coltivazione e diretta conseguenza dello studio delle fratture e della analisi dei potenziali cinematismi in relazione al punto di innesto della coltivazione in sotterraneo. Si rimanda quindi alla documentazione progettuale.

Gli altri aspetti sono altresì valutati all’interno del Piano di Coltivazione poiché le aree di stoccaggio temporaneo di materiale sono strettamente connesse anche alla gestione delle acque e le vie di deflusso sono controllate e regolarizzate per un triplice

aspetto:

- Gestione delle riserve di acqua necessarie alle opere di taglio
- Gestione delle acque per impedire dilavamento ed erosione
- Controllo degli inquinanti e delle potenziali vie di connessione idrogeologica

Ne consegue quindi che gli aspetti geomorfologici sono strettamente connessi alla attività di una cava che, necessariamente, avviene applicando un controllo sugli stessi fenomeni sia nelle fasi di coltivazione che di ripristino. La morfologia antropica si armonizza quindi con quella naturale andando a eseguire un controllo su alcuni dei fattori che ne determinano l'evoluzione.

La geomorfologia infatti rappresenta la scienza che analizza le forme del territorio e il loro variare nel tempo, la descrizione di una evoluzione che è funzione degli agenti esogeni; in base a queste azioni i fenomeni rappresentati possono essere inattivi, quiescenti o attivi; la azione antropica comporta velocità di modifica secondo tempistiche rapide, non confrontabili con quelle degli agenti esogeni e pertanto necessitano di essere svolte con una costante attenzione al contesto che vanno a modificare.

La gestione delle aree finimentose così come delle creste o dei cigli verranno verificate prima dell'avvio delle coltivazioni e secondo la periodicità dettata dalle condizioni meteoriche e stagionali occorse. La attuale progettazione a cielo aperto prosegue le geometrie di coltivazione storicamente affrontate dalla cava. Similmente anche quella in sotterraneo in cui le direzioni di avanzamento si sono settate sulla giacitura dei "peli".

Le opere previste, per loro posizione e geometria, si allineano a quanto già analizzato dalla autorizzazione vigente, a scala di comparto.

Le coltivazioni si sviluppano su una altezza di circa 6/7 metri (cielo aperto) e 5.50 metri (sbasso e avanzamento in sotterraneo) pertanto non generano versanti o pendenze che alterano l'attuale equilibrio e sono lavorati coerentemente alle pratiche di cava.

Essi si trovano a distanza dalle zone vincolate da pericolosità geomorfologica molto elevata o idraulica elevata (laddove gli impluvi possono costituire elemento di innesco di erosione e scoscendimenti); fatte salve le categorie di criticità elencate alle pagine precedenti, ed attenzionate dal progetto, le lavorazioni previste non comportano fenomeni di innesco di dissesto idrogeologico nel senso gravitativo del termine solitamente associato a movimenti in terra, frane s.s..

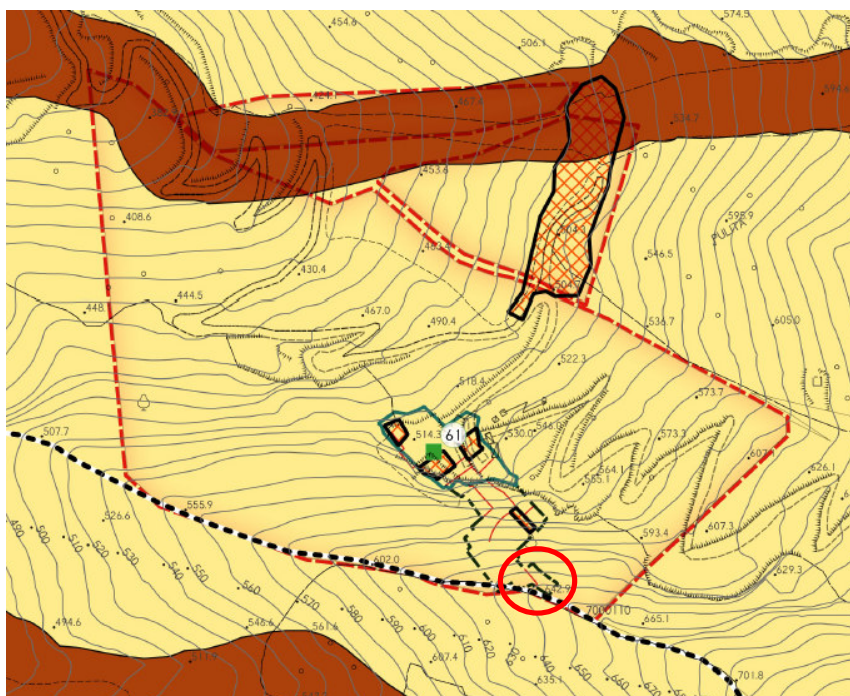
Le lavorazioni previste si allineano con il contesto geomorfologico apuano studiato e non vanno a creare significative variazioni rispetto a quanto già previsto dal progetto vigente e dalle misure di gestione di fenomeni collegati al sistema

geomorfologico: scivolamento in roccia, crollo, erosione e ruscellamento, colamento detritico etc...

Di fatto la gestione geomorfologica, finalizzata al mantenimento di un equilibrio nei confronti dei potenziali dissesti passa attraverso la gestione delle acque e la gestione dei fronti rocciosi a grande scala, anche attraverso chiodature e monitoraggi, e a scala della bancata, attraverso la gestione delle procedure di taglio in funzione del sistema di fratture.

Dal punto di vista geomorfologico non si osservano evidenze o criticità alla realizzazione delle geometrie di coltivazione introdotte. Il contesto in cui si imposta la cava è caratterizzato da un crinale al di sotto del quale è stata impostato l'accesso; la viabilità di cava si snoda dalla località La Piastra fino al piazzale antistante il sotterraneo; non si osservano segni di instabilità o la presenza di fenomeni gravitativi.

La carta estrapolata dal PAI mostra una pericolosità geomorfologica elevata G3a legata alle marcate pendenze proprie delle Alpi Apuane. Le aree a pericolosità molto elevata sono circoscritte alle zone di impluvio dove l'energia fluviale e la presenza di una conformazione morfologica favorevole costituiscono elementi di potenziale innesco di fenomeni di scorrimento gravitativo.



Estratto scheda Pabe

Andando a valutare la sola zona oggetto di Variante si rileva una condizione di fronti già coltivati su cui viene proseguita la direzione di scavo e quindi si opera su fronti già soggetti a controlli come da routinaria direzione lavori e come evidenziano le chiodature preventive (centine) o le chiodature singole legate alla corretta gestione nel tempo della coltivazione.

Le eventuali criticità possono essere legate all'incrocio delle direttrici di taglio con le discontinuità presenti ma si tratta di situazioni gestite all'interno delle procedure di taglio al monte.



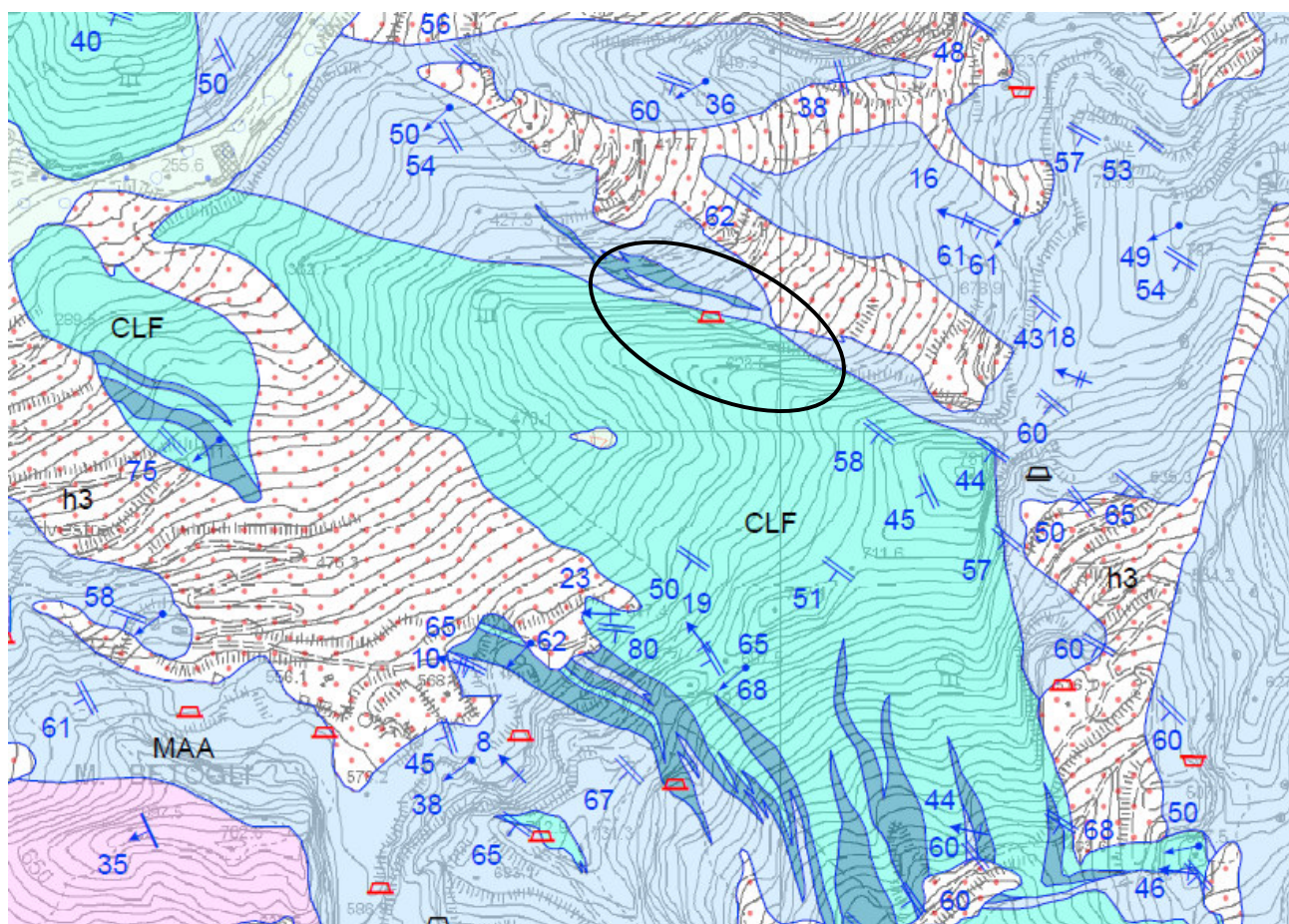
La foto mostra come la cava sia interessata da macrofratturazioni assimilabili a peli del secondo.

Le aree oggetto di Variante non vanno a modificare l'equilibrio geomorfologico esistente.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

geologia

La geologia rappresenta il criterio di base su cui si forma una richiesta di variante ad un progetto autorizzato; si tratta infatti dello studio di base che consente di individuare che le condizioni di giacitura, di qualità commerciale e di fratturazione siano tali da rendere produttivo un sito; lo studio geologico rappresenta sempre il primo passo per un corretto approccio di sostenibilità dell'intervento proprio in relazione al fatto che la coltivazione deve garantire la resa e la qualità del materiale estratto e, come detto, seguire le esigenze commerciali e di mercato. L'approccio dello studio si basa quindi su considerazioni quali quantitative.



Estratto Lamma Pietre Ornamentali

La zona nota come Valpulita è una stretta vallecchia fluviale generatasi per il contatto tra calcari selciferi e marmi e laddove probabili tensioni a livello regionale hanno formato una zona di frattura che ha interrotto l'andamento della continuità dei rilievi. La posizione della cava è collocabile nella zona di cerniera (fianco diritto) della sinclinale di Carrara; il nucleo è caratterizzato dal calcare selcifero, l'asse è NW-SE con immersione verso NE.

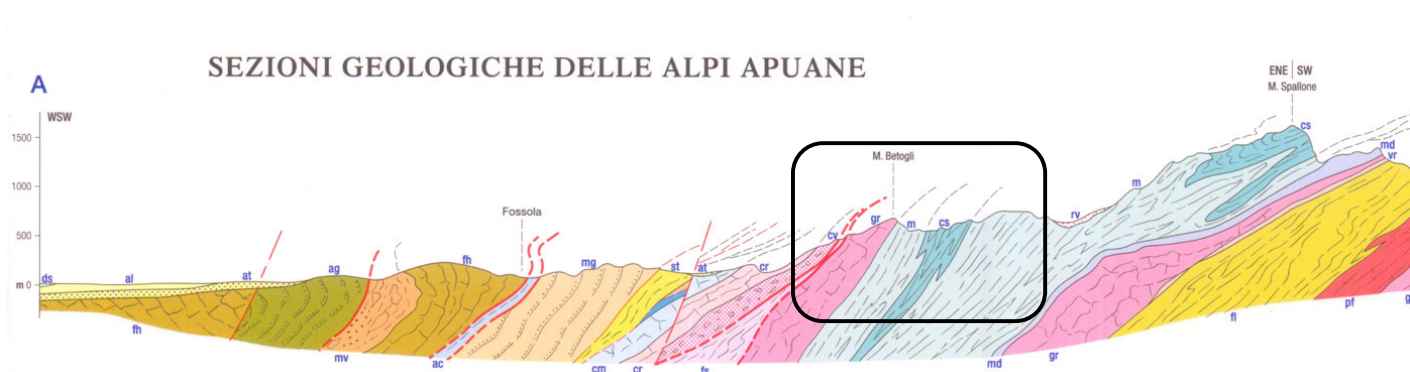
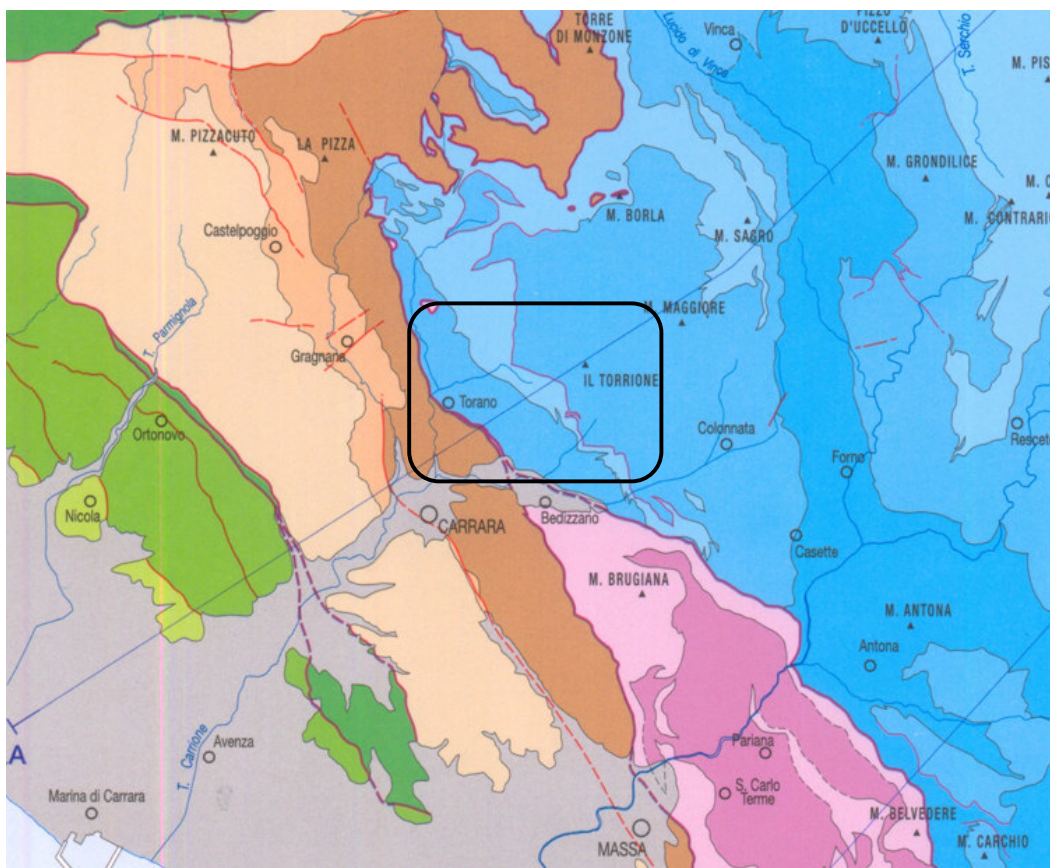
In particolare la zona si trova prossima al contatto con un lembo di calcari selciferi che separa, di fatto, la zona di Valpulita da quella dei Bettogli.

UNITA' TOSCANA METAMORFICHE

	CLF	CALCARI SELCIFERI Metacalcilutiti grigio scure, con liste e noduli di selci e rari livelli di metacalcareniti, in strati di potenza variabile, spesso alternati con strati più sottili di calcescisti e filladi carbonatiche grigio scure con tracce di pirite e ammoniti piritizzate. Lias medio-sup.
	MRZ	MARMO ZEBRINO Marmi bianchi e color avorio con sottili livelli di marmi a muscovite e, più raramente, di calcescisti grigio-verdastri; localmente livelli di filladi carbonatiche. Lias inf. (-medio?)
	MAA	MARMI Marmi bianchi, grigi e color avorio con sottili livelli di marmi a muscovite e, più raramente, di calcescisti grigio-verdastri; localmente livelli di filladi carbonatiche, dolomie e marmi dolomitici. Breccie monogeniche metamorfiche a elementi marmorei da centimetrici a metrici. Lias inf.
	MDD	MARMI DOLOMITICI E DOLOMIE CRISTALLINE Marmi dolomitici alternati a livelli di dolomie grigio chiare o rosate, più o meno ricristallizzate. Frequenti alghe, gasteropodi, brachiopodi e lamellibranchi. Spesso presenti dolomie cristalline massicce grigio chiare. Lias inf.
	GRE	GREZZONI Dolomie e dolomie ricristallizzate grigio-scure, con limitate modificazioni tessiturali metamorfiche. La parte inferiore è generalmente costituita da breccie a elementi dolomitici, la parte intermedia da dolomie grigio chiare e grigio scure stratificate, la parte alta da dolomie a patina d'alterazione giallastra con tracce di filladi lungo i giunti di strato. Norico

La cresta sotto cui si imposta il sotterraneo della Valpulita va di fatto ad intercettare i corsi di marmo che immergono al di sotto del calcare selcifero; un recente permesso di ricerca è stato presentato andare a definire in modo preciso a che distanza si trova il contatto e valutare anche la qualità del marmo che solitamente assume colorazioni particolari e conseguente valore commerciale di interesse per l'attuale stato del commercio mondiale.

La sezione AA della carta geologica a pagina seguente ben evidenzia la sinclinale del Monte Bettogli in calcare selcifero.

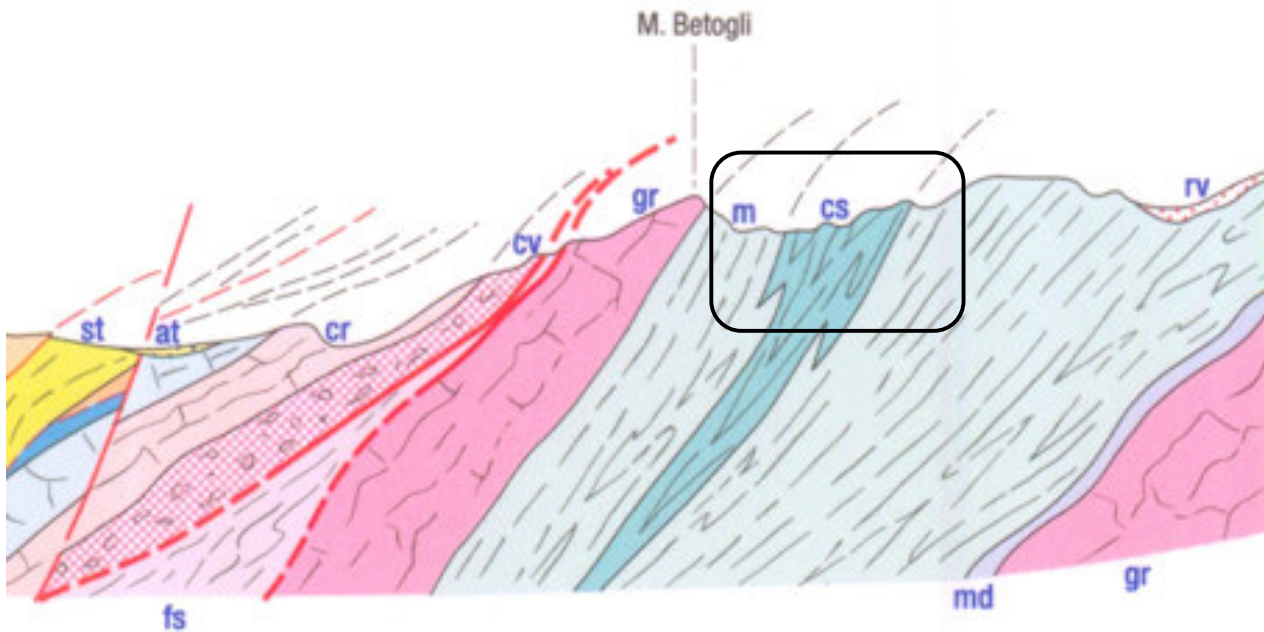


Sezione AA



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Dettaglio Sezione AA

La scheda PABE a pagina seguente identifica qualità di marmo con lenti di zebrino cui si aggiungono le qualità che caratterizzano il vicino Monte Bettogli, altro fianco della sinclinale.

Il fianco è caratterizzato dai marmi, secondo una generica accezione, affioranti e interrotti nella loro continuità dalla presenza di ravaneti ovvero sia accumuli detritici antropici che si impostano su aree anticamente lavorate o su impluvi e fossi; la definizione ed individuazione dei marmi è poi dettagliata nello specifico da ulteriore cartografia che distingue le varie qualità di marmo attese la cui origine deriva dalla purezza della litofacies di partenza, pre metamorfismo.

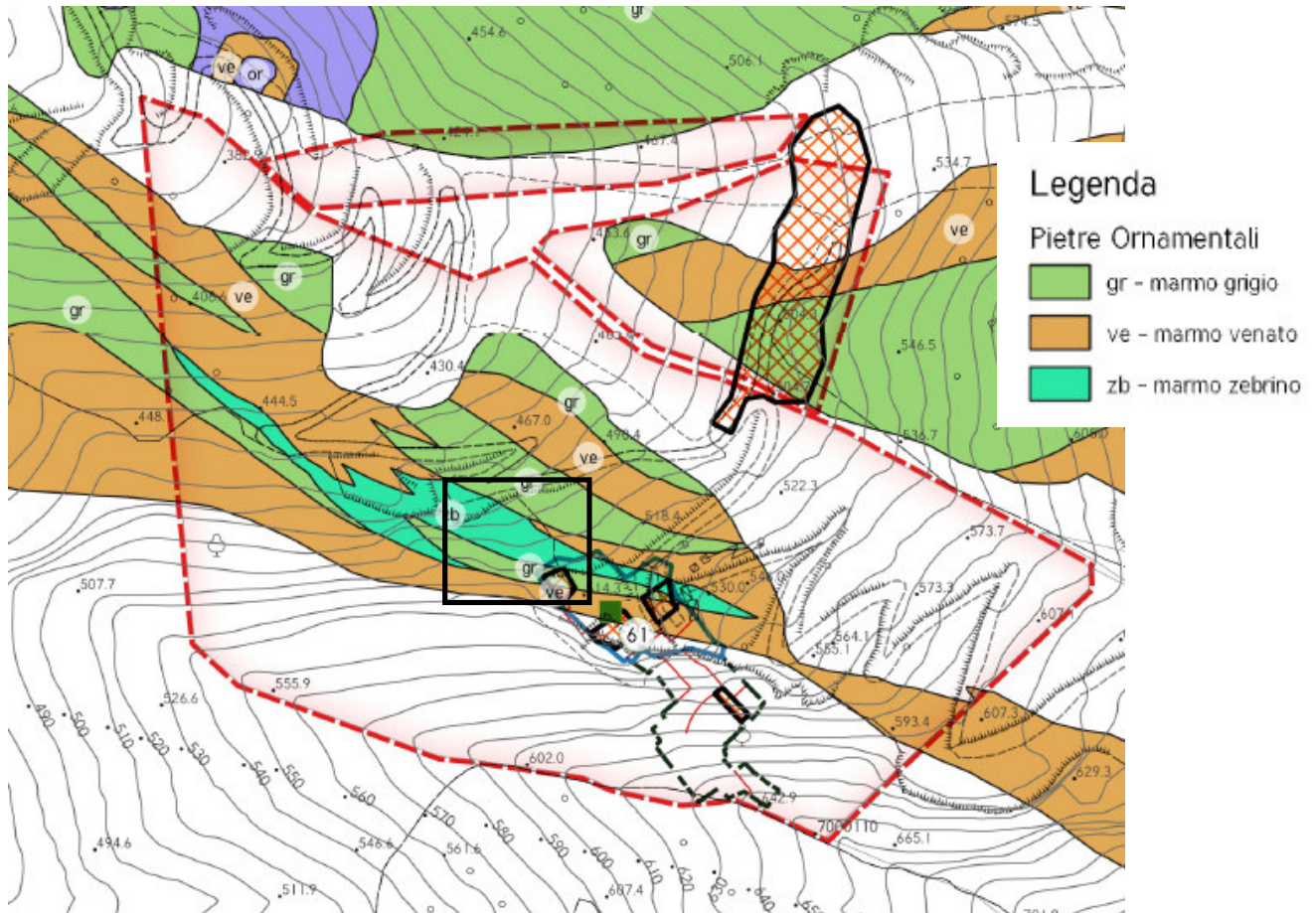
La sinclinale nel dettaglio è poi rappresentata da una serie di pieghe che, come nella zona in studio, portano alla emersione di affioramenti di calcare selcifero.

La zona oggetto di Variante si imposta in zona che, superficialmente vede la presenza di materiale non commerciale, ovvero sia il calcare selcifero, ma di fatto i marmi immergono al di sotto e quindi il sotterraneo con avanzamenti e sbassi si mantiene a distanza dal materiale non commerciale.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



estratto scheda Pabe

La disposizione dei marmi, in senso generico, e anche nelle varie diversità giacimentologiche rilevate mostra scistosità primaria (S1) a direzione “appenninica” N 150-160°, immergente verso Sud-Ovest con un’inclinazione media compresa tra 40° - 70° che rappresenta l’elemento geo-strutturale caratteristico dei bacini marmiferi apuani.

La zona in studio è quindi genericamente caratterizzata da formazioni marmoree, che nel sottterraneo immergono al di sotto del calcare selcifero. Si tratta di formazioni di marmi colorati che proseguirebbero il progetto economico e commerciale della società proponente introducendo materiali appetibili secondo gli attuali standard di mercato.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Il medesimo contatto compare anche in un vecchio saggio di cava posto a valle della zona di coltivazione come visibile dalla foto seguente.



Ben visibile l'immersione dei marmi che è coerente con le giaciture rilevate su carta con una scistosità di macchia S0 che immerge a SSW come mostrano entrambi i pilastri di accesso.



La conformazione del sotterraneo appare idonea ad una coltivazione dei marmi stante il contesto geologico osservato e in relazione a qualità colorate attese.

La zona in studio riguarda una coltivazione in sotterraneo che di fatto realizza, mediante sbassi il collegamento tra il cantiere attuale e un fronte di scavo presso una delle curva che si incontrano salendo in cava.

Si tratta quindi di una variante impostata in modo certo su materiale commerciabile.



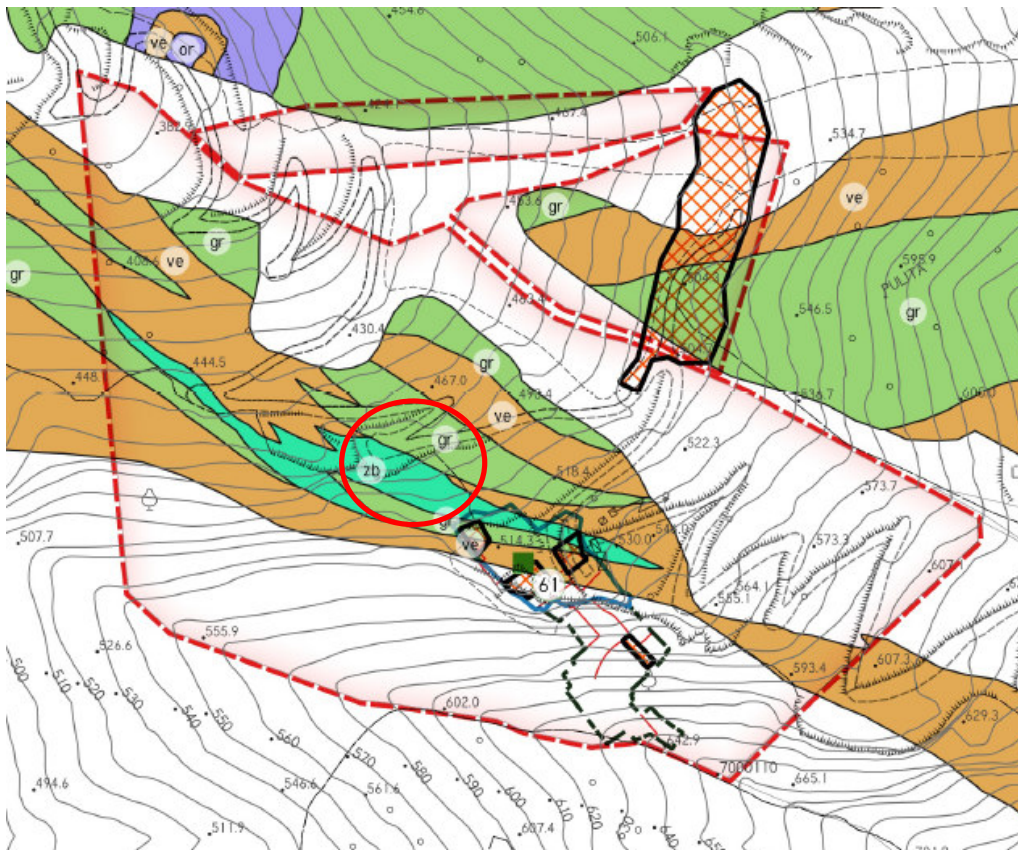
CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

La cava Valpulita 61 si imposta in una fascia in cui i marmi si trovano a contatto coi Calcari selciferi; questa condizione comporta la presenza di materiali che la precedente relazione descriveva come

- Venato grigio
- Venato chiaro
- Nuvolato.

La scheda PABE evidenzia anche una qualità tipo zebrino, che è lecito attendersi in prossimità del contatto col selcifero ma che difficilmente individua spessori produttivi stante anche la difficoltà della sua lavorazione.



Estratto scheda Pabe



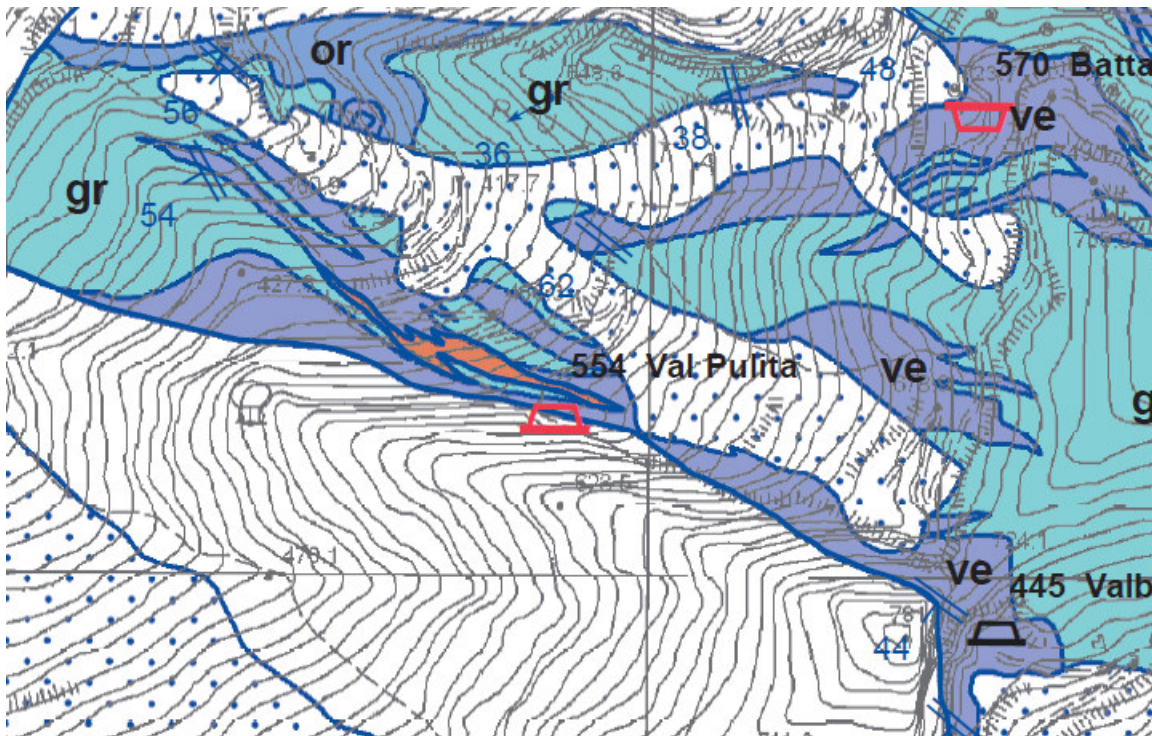
CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

GIACIMENTOLOGIA DI DETTAGLIO

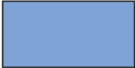
La giacimentologia indicata dalla scheda PABE si allinea a quella che deriva dal database Lamma delle Pietre Ornamentali. La qualità prevalente appare legata a marmi venati che però, nelle zone prossime al calcare selcifero assumono colorazioni e forme della macchia che si distaccano un po' dal classico venato.

La stessa presenza di lenti di zebrino identifica un bacino di alimentazione pre metamorfico che necessariamente comporta cromie potenzialmente molto diverse tra loro.



Estratto tavola 53 Carrara_Massa Lamma Toscana

PIETRE ORNAMENTALI

	zb	MARMO ZEBRINO Marmi a grana fine da biancastri a color avorio, talora leggermente rosati, caratterizzati da interstrati filladici ricchi in fillosilicati, quarzo, pirite e dolomite. (Formazione geologica: Marmo Zebrino). Zona estrattiva: Carrara, Provincia di Massa Carrara. <i>Lias inf.</i>
	or	MARMO ORDINARIO Marmi a grana fine o media – grossa, di colore bianco perlaceo fino a grigio chiaro, in genere piuttosto omogenei o variamente punteggiati da macchie grigie più o meno sviluppate e sfumate dovute a presenza di pirite microcristallina. (Formazione geologica: Marmi). Zona estrattiva: Alpi Apuane, Provincia di Massa Carrara e Lucca. <i>Lias inf.</i>
	st	MARMO STATUARIO Marmi a grana grossa, di colore bianco avorio – bianco latte, a volte tendente al giallo beige molto chiaro e generalmente assai uniforme dovute a tracce di muscovite microcristallina omogeneamente distribuita nella prevalente matrice carbonatica. (Formazione geologica: Marmi). Zona estrattiva: Alpi Apuane, Provincia di Massa Carrara e Lucca. <i>Lias inf.</i>
	ve	MARMO VENATO Marmi a grana media, di colore dal bianco al bianco perlaceo, fino a grigio chiaro, con venature più scure da molto regolari ad anastomizzate e spesse in media dal mm al cm. Non sono rare macchie grigie di forma irregolare talvolta caratterizzate da isorientazione. (Formazione geologica: Marmi). Zona estrattiva: Alpi Apuane, Provincia di Massa Carrara e Lucca. <i>Lias inf.</i>
	gr	MARMO GRIGIO Marmi di colore da grigio chiaro a grigio scuro attraversati da vene grigie più chiare o più scure. Il colore scuro più o meno uniforme dell'insieme è dato da pirite microcristallina e/o pigmento carbonioso. Non di rado sono presenti masse e/o strati dolomitici più o meno regolari e continui e livelli ocracei con pirite. (Formazione geologica: Marmi). Zona estrattiva: Alpi Apuane, Provincia di Massa Carrara e Lucca. <i>Lias inf.</i>
	ar	ARABESCATO Metabrecce a clasti eterometrici di marmo immersi in una matrice di composizione prevalentemente calcarea di colore dal grigio più o meno scuro al verde scuro. La matrice è in genere nettamente subordinata alla frazione clastica ed è caratterizzata da locali arricchimenti in pirite microcristallina, fillosilicati, dolomite, quarzo etc., sempre in quantità accessorie rispetto alla calcite. (Formazione geologica: Marmi). Zona estrattiva: Alpi Apuane, Provincia di Massa Carrara e Lucca. <i>Lias inf.</i>

/

legenda

La documentazione fotografica allegata ben evidenzia la giacimentologia del sito che individua materiali colorati sul portale che passano poi a venati con fasce di materiale grigio tipo nuvolato.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Portale con materiale tipo zebrino



Venato con macchia tipo calacata e macchia tradizionale (da dx verso sx)



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Nuvolato e venato (da sx verso dx)



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Nello specifico il venato è commercializzato come qualità *emerald* o *pearl* in base al colore della macchia, nella zona di impostazione della Scia. Si tratta di zone di materiale venato che possono essere valorizzate da macchie aperte con concrezioni mineralogiche che vanno dall'oro al nero. La presenza di zebrino è quindi solo attribuibile alla contaminazione ricevuta dal vicino calcare selcifero che conferisce alla macchia della vena un colore particolare.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

RESA e scheda

Dal punto di vista della resa la Variante collega una zona coltivata e un vecchio fronte di cava; la cava appare interessata da macrodiscontinuità che assorbono le frizioni e quindi la zona interessata dalla Variante appare produttiva anche in relazione alla resa in blocchi ma anche informi di qualità apprezzate sul mercato.

La scheda indica la presenza di

- Venato C/D
- Venato D
- Nuvolato

Marmo	Venato C	0%	0%	0%	0%	0%
Marmo	Venato C/D	40%	5%	40%	55%	100%
Marmo	Venato D	40%	10%	40%	50%	100%
Marmo	Bianco Carrara C	0%	0%	0%	0%	0%
Marmo	Bianco Carrara C/D	0%	0%	0%	0%	0%
Marmo	Bianco Carrara D	0%	0%	0%	0%	0%
Marmo	Bardiglio	0%	0%	0%	0%	0%
Marmo	Nuvolato	20%	30%	30%	40%	100%
Marmo	Marmi Scuri	0%	0%	0%	0%	0%

E' lecito considerare che la variante vada a proseguire la tipologia di materiale attualmente presente come mostrano i fronti coltivati e le zone di fronti residui riportate anche in foto.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E IDROGRAFICHE

Idrografia

Ai fini della descrizione idrografica si fa riferimento alla cartografia così come classificata dalla Regione Toscana ai sensi della LR 79/12. Il reticolo idrografico e di gestione, individuato dalla Regione Toscana attuando quanto disposto dalla Legge

regionale 79/2012, è stato approvato, in fase di prima attuazione nel 2013 e più volte aggiornato in seguito a modifiche territoriali o infrastrutturali. Le precedenti versioni, le cui istruttorie preliminari si sono svolte congiuntamente con tutti i soggetti pubblici coinvolti, sono state approvate con delibera di Consiglio 101/2016, 20/2019 e delibera di Consiglio 28/2020, nonché con delibere di Giunta 1357/2017, 899/2018 e 904/2020 per correggere meri errori cartografici. Il reticolo aggiornato e attualmente vigente è stato approvato con delibera di Consiglio 103/2022 e relativo allegato A. Il reticolo è inoltre visualizzabile al seguente indirizzo web: https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/openlayers/265.



Ne deriva che la zona di impostazione del bacino si osservano sia lineazioni fluviali principali, colore azzurro, quali il fosso del Lupo mentre sono assenti elementi nella zona propria della cava Valpulita 61.

Idrogeologia

Il complesso estrattivo appartiene al massiccio carbonatico apuano laddove il principale orientamento dei rilievi è NE-SW; a questo allineamento, conseguenza dell'onda di sovrascorrimento tettonico, si somma poi un allineamento ortogonale che caratterizza l'Appennino Settentrionale in genere e che si imposta con assi NW-SE; lungo queste direzioni si impostano sia propaggini montuose che derivano dall'asse principale ma anche fossi, impluvi e canali quali diretta conseguenza di una forma del territorio che ne favorisce l'impostazione; la suddivisione del territorio carrarese secondo 4 bacini tra loro distinti individua

delle dorsali ben separate da valli fluviali.

Come detto la zona in studio si trova in posizione a mezza costa del versante SE dell'allineamento Calocara - Torrione quindi a distanza da qualsiasi forma fluviale organizzata e cartografata ai sensi della LR 79/12. Le uniche forme idriche, occasionali, si generano per canalizzazione delle acque nelle zone di fratturazione del versante laddove, l'erosione esogena, ha dato luogo a conformazioni a "V".

La gestione delle acque di cava fa poi riferimento ad un documento specifico che tratta la gestione delle acque meteoriche distinguendo e trattando di conseguenza, quelle dilavanti e di lavorazione da quelle di prima pioggia.

Le Apuane sono infatti caratterizzate da un forte fattore di infiltrazione delle acque meteoriche sia in roccia che negli accumuli detritici pertanto si ha scorrimento solo quando la falda superficiale è satura e si crea un livello di falda al piano campagna ma che rapidamente si esaurisce, terminato l'evento. Le Apuane non individuano però una corrispondenza tra confine idrografico e confine idrogeologico; spesso l'alimentazione, proprio in virtù del complesso carsico e plicativo carbonatico apuano, deriva da aree ben più vaste di quelle che i confini idrografici indicano. In quest'ottica vari sono gli studi con traccianti per cercare di definire un collegamento tra il sistema idrografico superficiale con quello profondo.

Per una caratterizzazione dal punto di vista idrogeologico e idrografico occorre prima fare delle premesse sulla pluviometria apuana.

Le Alpi Apuane sono caratterizzate da livelli di piovosità molto accentuati con valori che si attestano sui 2000/2500 mm annui. L'abbondanza di precipitazioni è dovuta al fatto che le masse di aria umida di origine meridionale vengono a diretto contatto con la catena montuosa, subiscono un rapido sollevamento che determina un raffreddamento delle stesse, con fenomeni di condensazione e precipitazione.

Dato che l'aria comincia a sollevarsi qualche chilometro prima del suo diretto contatto con le montagne, le piogge risultano abbondanti anche sulla pianura anche in considerazione della limitata distanza che si ha tra le montagne e la linea di costa tirrenica.

L'incremento della piovosità è legato sia all'altitudine che all'esposizione e alla pendenza dei versanti. Nell'andamento medio mensile delle precipitazioni registrato nella stazione pluviometrica di Campocecina, situata nelle parti superiori del versante a distanza di 4 Km, si ha una media di 2000 mm annui di pioggia, con due massimi, di cui uno principale nell'autunno-inverno,

nei mesi di dicembre-gennaio, con una media di 226 mm di pioggia e uno secondario in primavera, nel mese di maggio con 158 mm di pioggia. Vi sono poi due fasi di flessione delle piogge, di cui una in estate, nel mese di luglio e agosto con 62 mm e una seconda in marzo con 133 mm di pioggia.

Di poco differente è l'andamento pluviometrico registrato a Castelpoggio sempre con un minimo di piovosità in estate, nel mese di luglio e un massimo nel periodo autunnale, nei mesi di ottobre, novembre e dicembre. Una caratteristica è data dal forte incremento della piovosità nel passaggio dall'estate all'autunno, con aumenti che iniziano in settembre, per proseguire fino a gennaio. Le parti più interne ed elevate delle Alpi Apuane rappresentano una delle aree più piovose di tutta la parte peninsulare dell'Italia, superata, per apporto di pioggia, solo dalle montagne friulane.

Il sistema idrografico non sempre coincide con quello idrogeologico reso complesso dal carsismo e dalla forte fratturazione connessa ai fenomeni plicativi e distensivi apuani.

In netto contrasto con il gradiente pluviometrico elevato è l'assenza di sorgenti e di linee d'acqua perenni nell'area circostante la cava, proprio in relazione alla natura carbonatica e carsica che infatti:

- Individua diverse cavità carsiche, con maggiore concentrazione sul versante massese e garfagnino
- Individua sorgenti da contatto al passaggio tra i litotipi carbonatici a quelli non permeabili o meno permeabili

Ciò è dovuto alla buona fessurazione dei litotipi affioranti, che drena le acque superficiali, convogliandole in profondità ad alimentare la rete idrica sotterranea. Le sorgenti si individuano laddove il litotipo calcareo carsico incontra una litologia poco permeabile che causa la risalita in superficie della falda idrica profonda.

La zona apuana è caratterizzata da un doppio sistema di fratture dal punto di vista idrogeologico. Si hanno infatti fratture che mantengono un minimo vitale della falda freatica e un sistema più superficiale che invece assicura una risposta molto breve in relazione alle piogge e si riflette sul comportamento dei torrenti e canali minori ma anche su quelli principali come Carrione e Frigido e sui loro vari affluenti impostati nei singoli bacini marmiferi. Il sistema più superficiale risente anche della alimentazione da parte dei vari accumuli detritici grossolani (ravaneti) anche se questo contributo è più marcato nel versante carrarese rispetto a quello massese proprio per la maggiore concentrazione di cave in continuità l'una con l'altra.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Sorgenti

Sorgente captata senza informazioni sulla portata media

□ portata non definita

Sorgente libera senza informazioni sulla portata media

○ portata non definita

Sorgente di tipologia sconosciuta senza indicazioni della portata media

△ portata non definita

Sorgente captata con indicazione della portata media

■ da 0 a 1 l/s
■ da 1 a 5 l/s
■ da 5 a 10 l/s
■ da 10 a 100 l/s
■ da 100 a 500 l/s
■ da 500 a 1000 l/s
■ da 1000 a 5000 l/s

Sorgente libera con indicazione della portata media

● da 0 a 1 l/s
● da 1 a 5 l/s
● da 5 a 10 l/s
● da 10 a 100 l/s
● da 100 a 500 l/s
● da 500 a 1000 l/s
● da 1000 a 5000 l/s

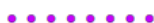
Sorgente di tipologia sconosciuta con indicazione della portata media

▲ da 0 a 1 l/s
▲ da 1 a 5 l/s
▲ da 5 a 10 l/s
▲ da 10 a 100 l/s
▲ da 100 a 500 l/s
▲ da 500 a 1000 l/s
▲ da 1000 a 5000 l/s

Limiti di bacino

Watershed and Recharge Area Boundaries

Limite di bacino idrografico
Watershed divide



Limite di area di alimentazione di sistema idrogeologico
coincidente con limite di bacino idrografico:

Recharge area boundary
(same as watershed divide)

certo Definite



presunto Inferred



Limite di area di alimentazione di sistema idrogeologico:
Recharge area boundary

certo Definite



presunto Inferred



Principali direttrici di deflusso sotterraneo in sistema idrogeologico carbonatico

Groundwater Flow Direction

certa Definite



incerta Uncertain



presunta Inferred



Principali cavità
carsiche con indicazione
del numero di catasto F.S.T.
(sede di prova di tracciamento)
Dye test (cave)



Punto di immissione di tracciante
idrogeologico naturale
Dye test (fracture)

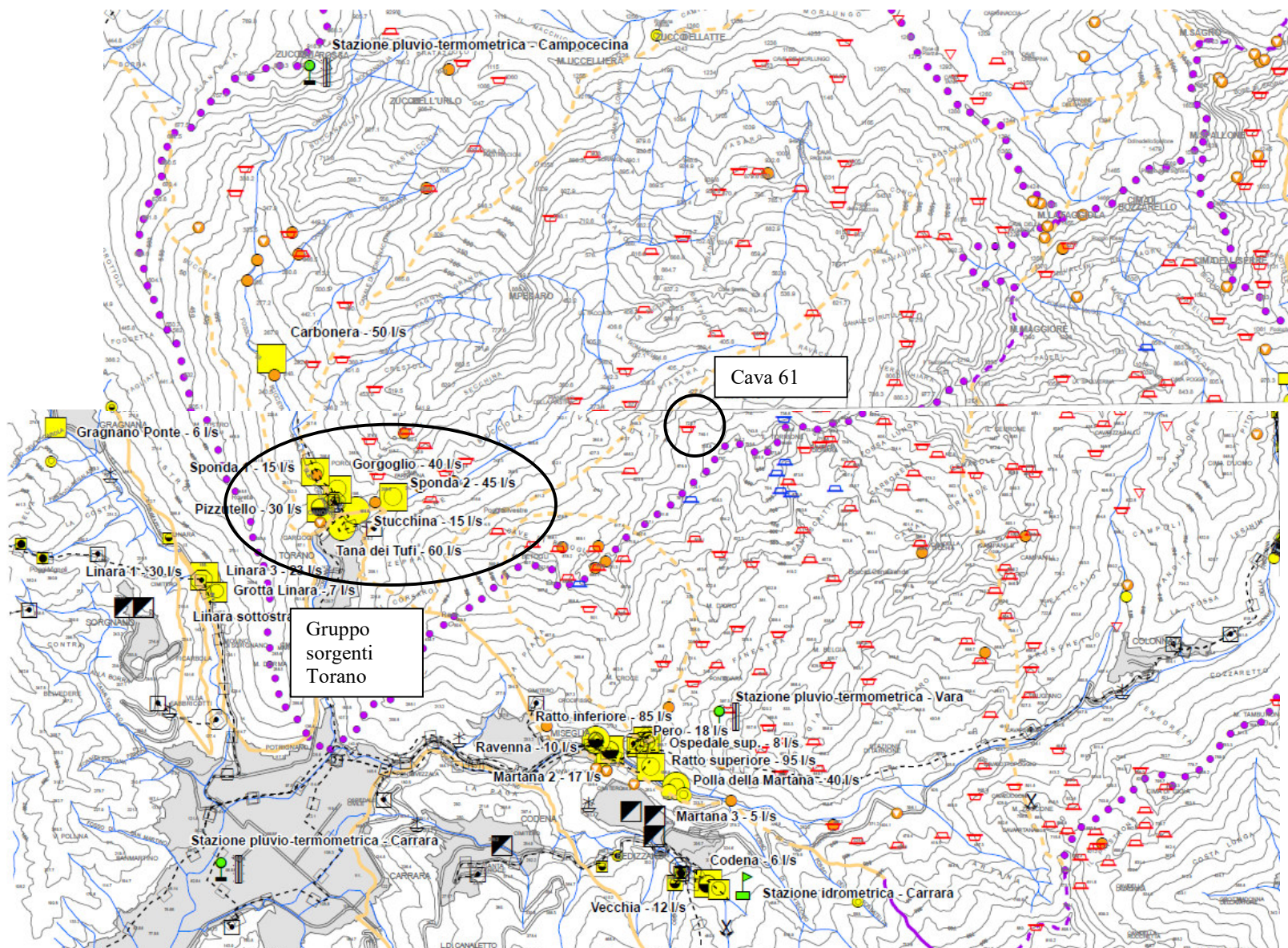


Dalla Carta dell'Idrologia e dei Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane si osserva una concentrazione di sorgenti secondo una linea tettonica ben precisa e corrispondente all'incontro con una base impermeabile. Nella pagina seguente si osserva il Foglio Massa Carrara 249_SIII e IV.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



La Cava appare all'interno di un bacino idrografico e idrogeologico che insiste sulle sorgenti denominate "Torano"; in questo senso la coltivazione ricalca le autorizzazioni precedenti come allineamento, delinendo, solo ed ovviamente, un abbassamento minimo delle quote di lavorazione.

Dal punto di vista della idrogeologia i litotipi affioranti nell'area sono tutti permeabili per fessurazione, tranne la copertura detritica permeabile per porosità.

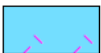
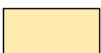
Sotto il profilo della permeabilità si possono distinguere le seguenti classi:

- I CLASSE: permeabilità in grande per porosità (suolo, copertura detritica, ravaneti);
- II CLASSE: permeabilità per fessurazione e fenomeni di carsismo (marmi);
- III CLASSE: permeabilità per fessurazione e piani di strato (dolomie e calcari dolomitici, calcari a liste di selce)

Nell'ordine esposto le classi hanno un grado di permeabilità decrescente.

Classi di permeabilità relativa per i complessi idrogeologici in roccia*

*Nota: la seguente classificazione viene applicata per i complessi idrogeologici rappresentati nella cartografia in scala 1:10.000

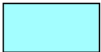
	Complessi idrogeologici carbonatici		Complessi idrogeologici non carbonatici
	Permeabilità per fratturazione e/o carsismo	Permeabilità per fratturazione	Permeabilità per fratturazione
V - Permeabilità alta			
IV - Permeabilità medio-alta			
III - Permeabilità media			
II - Permeabilità medio-bassa			
I - Permeabilità da bassa a molto bassa			

Complessi idrogeologici in depositi quaternari e continentali Ruscini e Villafranchiani

 Depositi a permeabilità primaria o mista

Estensione dei complessi idrogeologici in roccia**

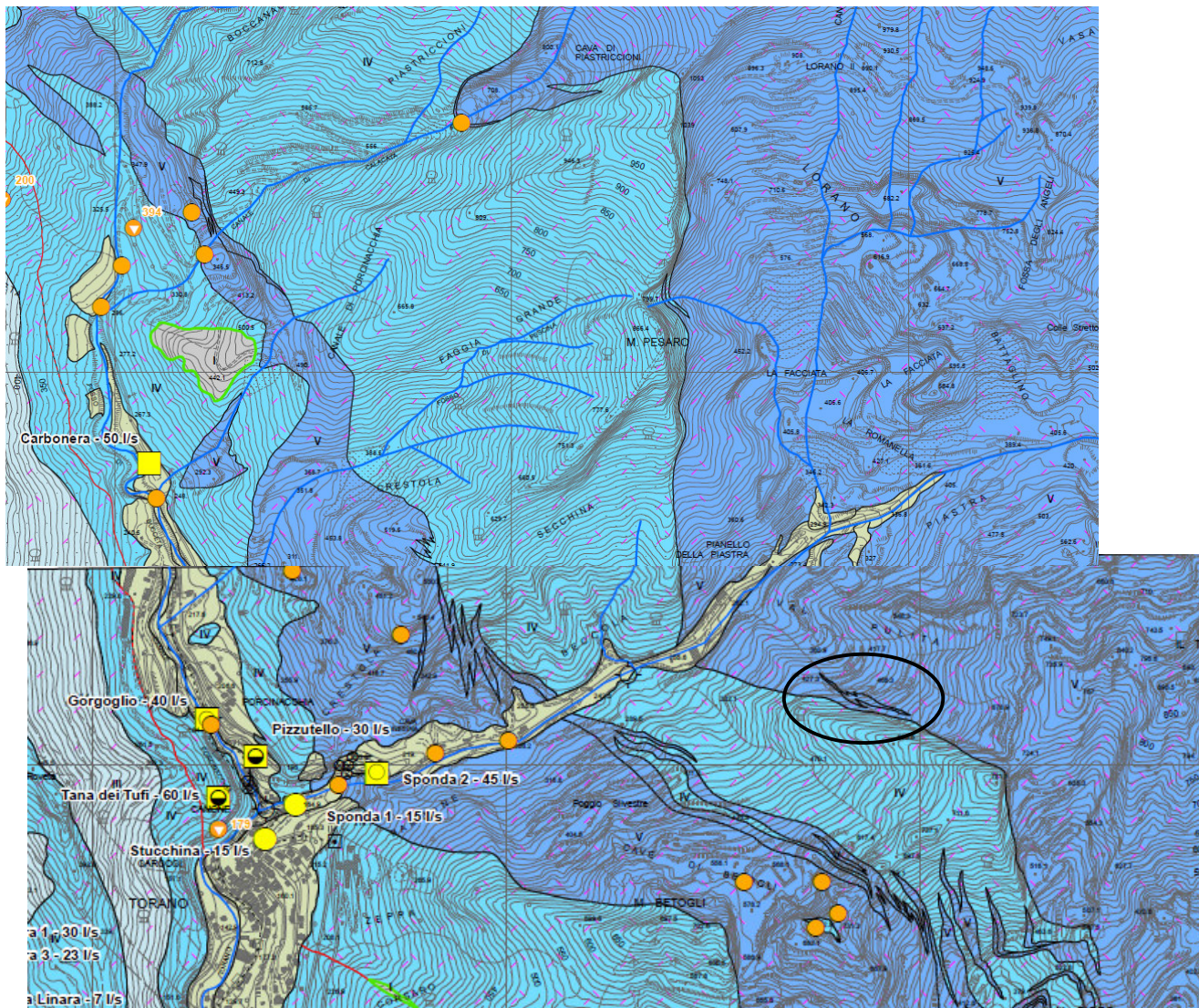
**Nota: la seguente classificazione viene applicata per i complessi idrogeologici rappresentati nella cartografia alla scala 1:25.000

	Estensione Corpo Idrico Sotterraneo Significativo		Estensione Corpo Idrico Sotterraneo Significativo a profondità inferiori a 300 m
	Complessi idrogeologici potenzialmente sfruttabili		Area oltre la quale non è possibile definire l'estensione nel sottosuolo del Corpo Idrico Sotterraneo Significativo
	Complessi idrogeologici a bassa permeabilità		



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221





CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Sorgenti

Sorgente captata senza informazioni sulla portata media

□ portata non definita

Sorgente captata con indicazione della portata media

■	da 0 a 1 l/s
■	da 1 a 5 l/s
■	da 5 a 10 l/s
■	da 10 a 100 l/s
■	da 100 a 500 l/s
■	da 500 a 1000 l/s
■	da 1000 a 5000 l/s

Sorgente libera senza informazioni sulla portata media

○ portata non definita

Sorgente libera con indicazione della portata media

●	da 0 a 1 l/s
●	da 1 a 5 l/s
●	da 5 a 10 l/s
●	da 10 a 100 l/s
●	da 100 a 500 l/s
●	da 500 a 1000 l/s
●	da 1000 a 5000 l/s

Sorgente di tipologia sconosciuta senza indicazioni della portata media

△ portata non definita

Sorgente di tipologia sconosciuta con indicazione della portata media

△	da 0 a 1 l/s
△	da 1 a 5 l/s
△	da 5 a 10 l/s
△	da 10 a 100 l/s
△	da 100 a 500 l/s
△	da 500 a 1000 l/s
△	da 1000 a 5000 l/s

Regime Sorgenti (Meinzer, 1927) per portate superiori ai 5 l/s

Sorgente captata

●	Regime costante ($R_v < 25\%$)
●	Regime sub-variabile ($25\% < R_v < 100\%$)
●	Regime variabile ($R_v > 100\%$)

☼ Sorgenti termali e minerali

QL Sorgente monitorata (A.R.P.A.T.) - Monitoraggio Qualitativo

PR - QL Proposta di Monitoraggio Qualitativo

PR - QT Proposta di Monitoraggio Quantitativo

Sorgente libera

●	Regime costante ($R_v < 25\%$)
●	Regime sub-variabile ($25\% < R_v < 100\%$)
●	Regime variabile ($R_v > 100\%$)

Sorgente di tipologia sconosciuta

△	Regime costante ($R_v < 25\%$)
△	Regime sub-variabile ($25\% < R_v < 100\%$)
△	Regime variabile ($R_v > 100\%$)

Limiti di bacino

Limite di bacino idrografico



Limite di area di alimentazione di sistema idrogeologico coincidente con limite di bacino idrografico:

certo



presunto



Limite di area di alimentazione di sistema idrogeologico:

certo

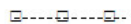


presunto



Tipologia impianti rete acquedottistica

Adduttrici



Impianto di accumulo



Impianto di pompaggio



Impianto di sollevamento



Impianto di trattamento reflui



Cavità naturali

Doline e Sinkhole



Sviluppo planimetrico delle principali cavità carsiche

Principali cavità carsiche con indicazione del numero di catasto F.S.T.



Sifoni con indicazione della quota in m s.l.m.



Stazioni di misura

Stazione idrometrica



Stazione pluviometrica



Stazione termometrica



Stazione pluvio-termometrica



Stazione idro-pluviometrica



Principali cavità carsiche con indicazione del numero di catasto F.S.T. (sede di prova di tracciamento)



Punto di immissione di tracciante idrogeologico naturale



Opere di captazione di acque superficiali e sotterranee

Prospezioni



Pozzi



Derivazioni



Idrografia superficiale

Reticolo idrografico



Laghi naturali e artificiali (Cartografia scala 1:10.000)



Laghi naturali e artificiali (Cartografia scala 1:25.000)



Limiti amministrativi

Limite comunale



Aree urbanizzate (Cartografia scala 1:25.000)



Cave e miniere

Cava attiva



Cava inattiva



Cava in sotterraneo attiva



Cava in sotterraneo inattiva



Saggio di cava



Manifestazioni di interesse minario



Miniera inattiva



Area interessata da sondaggi per ricerca mineraria





Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

L'affioramento marmifero ha subito tettonizzazioni, da cui il sistema complesso di fratturazioni, con fratture quasi sempre aperte, che facilitano la circolazione idrica, coadiuvata anche da processi di carsismo. Nei marmi si ha una doppia circolazione, l'una connessa con le macro-fessurazioni, l'altra legata alla rete di microfessurazioni che riduce la velocità di scorrimento. La capacità assorbente dei marmi è valutabile intorno al 40% delle precipitazioni, mentre i ravaneti, che ricoprono gran parte dei versanti, hanno un coefficiente di assorbimento di gran lunga superiore. Per questi motivi nella zona non sono presenti sorgenti perenni; solo dopo piogge intense si possono formare venute d'acqua al piede dei ravaneti, che hanno una durata limitata ad alcuni giorni. Data la natura delle rocce affioranti non sono presenti sorgenti né sono menzionabili deflussi di acque superficiali; mancano quindi emergenze idrografiche. Infatti i depositi detritici (ravaneti) sono caratterizzati da un'elevata permeabilità per porosità, data la presenza di elementi a spigoli vivi e l'ampia variazione granulometrica (fino alla scala metrica). Le acque quindi penetrano facilmente e vengono poi assorbite dai marmi sottostanti. Falde sospese o a tetto dei marmi possono sussistere solo temporaneamente e in quantità limitata solo in caso di presenza all'interno dei volumi detritici di letti più fini ed argillosi eventualmente depositatesi al momento dello scarico o per graduale colatura interna.

Nei marmi invece si osserva un'alta permeabilità per fessurazione con conseguente sviluppo di fenomeni carsici anche profondi che si impostano sui sistemi di fratturazione preesistenti. Ciò è testimoniato dai frequenti rivestimenti di calcite neogenica di fratture ancora aperte o già occluse.

Studi idrogeologici hanno evidenziato che generalmente queste acque percorrono distanze brevi dall'area d'infiltrazione, data la rapida variazione di portata delle sorgenti e l'intorbidamento delle acque in seguito a forti precipitazioni. La portata tende poi a ridiscendere e stabilizzarsi più lentamente. Questo comportamento conferma una doppia circolazione nell'ammasso marmifero; l'una connessa alle macro fessurazioni, l'altra connessa con un più vasto e lontano bacino che risente della piovosità molto più lentamente per una diffusa microfessurazione e determina la perennità dell'emergenza.

La bassa durezza delle acque sorgive, ben lontana dai valori medi di acque circolanti in calcari, fa ritenere comunque probabile l'ipotesi di una circolazione piuttosto veloce, entro fratture beanti, non accompagnata da fenomeni di dissoluzione che, anche per la cristallinità dei marmi, è sicuramente meno facile che nei calcari non metamorfosati.

Le acque di precipitazione si insinuano quindi nelle fratture in modo diretto ma anche attraverso i ravaneti che drenano le acque superficiali.



Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Le lavorazioni di cava operano a ciclo chiuso impostando dei sistemi di lavorazione, raccolta, decantazione e nuovo utilizzo delle acque di risulta; le lavorazioni sono svolte raccogliendo tutto il materiale fine al fine di ridurre al minimo le contaminazioni nel sistema di fratturazione profondo. La progettazione prevede non solo la gestione ordinaria delle acque di lavorazione e di quelle di precipitazione ma anche la gestione di fenomeni piovosi eccezionali sia mediante procedure di gestione preventiva delle allerte meteo (eseguendo ad esempio pulizia delle vasche e degli eventuali serbatoi di accumulo) ma anche predisponendo dimensionamenti delle zone deputate ad un lento rilascio del troppo pieno perché questo avvenga in modo lento e quindi senza che si creino immissioni di quantità elevate di acqua con conseguente erosione concentrata.

Sulla base dello **“Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico significativo dell’acquifero carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d’Oltre Serchio e S. Maria del Giudice”** condotto dal Centro di Geotecnologie dell’Università degli Studi di Siena nel 2007 si possono fornire maggiori chiarimenti in base a quelli che sono gli aspetti idrogeologici e idrologici del sistema apuano, cercando anche di scendere in una analisi di maggior dettaglio per la zona di interesse. Sono quindi estratti alcuni dati dallo studio al quale si rimanda per una completa trattazione, tali parti sono evidenziate in corsivo.

Il Corpo Idrico Significativo Sottterraneo Apuano (CISS - AP) è uno dei corpi idrici studiati, si estende per circa 383 km² e comprende 27 comuni. *“Da un punto di vista fisiografico comprende interamente le Alpi Apuane, i rilievi della media Valle del Serchio e dei Monti d’Oltre Serchio e si estende all’interno dei bacini idrografici del Fiume Serchio, Magra e dei bacini costieri della Versilia. Il CISS-AP è allungato per circa 50 Km nella direzione Nord-Ovest/Sud-Est, individuata dalla dorsale principale delle Alpi Apuane e dei Monti d’Oltre Serchio, che divide il rilievo in una parte afferente al bacino idrografico del Fiume Serchio ed in una ai bacini costieri della Versilia. La vetta più elevata del dominio è il M. Pisanino, 1947 m. Il versante marino del CISS-AP a Nord del Comune di Camaiore è caratterizzato da bacini profondamente incisi (T. Carrione, T. Frigido, T. Vezza, T. Lombricese) e dislivelli dell’ordine del migliaio di metri, legati alla prevalente presenza di rocce a dominante calcareo-dolomitica, diversamente, dal versante sul bacino del Fiume Serchio, dove la maggiore estensione di formazioni terrigene da ragione di una minore energia del rilievo. La porzione meridionale del CISS-AP presenta elevazioni limitate che terminano con i rilievi carbonatici del Monte Spazzavento nel Comune di Vecchiano.(...)”*

Dal punto di vista climatico sono confermate precipitazioni elevate favorite dalla conformazione topografica ed orografica.

Lo studio ha potuto adoperare (ed elencare) studi idrologici, geologici e paleogeografici che fin dal 1700 hanno interessato la zona anche tenendo conto degli studi di evoluzione tettonica: la conformazione secondo tre domini (ligure, subligure e toscano interno/esterno – la presenza di domini metamorfici e non metamorfici).

Dal punto di vista idrologico *“Numerosi sono i corsi d’acqua nell’area del CISS-AP, ricadenti amministrativamente nei bacini Tirrenico Nord e Serchio (come definiti dalla legge 183/89). Nel versante a mare i corsi d’acqua principali sono, da Nord verso Sud, Torrente Carrione, Torrente Ricortola, Fiume Frigido, Fiume Versilia, Torrente Baccatoio, Fiume Camaiole. I lineamenti idrografici di questo versante delle Apuane sono influenzati nel loro andamento dalla morfologia dell’area, che presenta forti pendenze decrescenti rapidamente all’arrivo del corso d’acqua in prossimità della pianura.”*

Molti studi hanno anche riguardato i fenomeni carsici strettamente connessi a valutazioni tra le caratteristiche dei bacini idrografici con quelli idrogeologici. Essi hanno permesso di evidenziare la complessità della circolazione idrica carbonatica apuana, i collegamenti tra i vari acquiferi, la non corrispondenza tra spartiacque idrografici e idrogeologici e quindi tra bacino idrologico e idrologico; numerose anche le indagini condotte con traccianti.

Due sono le principali serie idrogeologiche carbonatiche del CISS-AP, divise dai complessi idrogeologici non carbonatici dell’Unità Toscana Metamorfica (fig.10):

- *la serie idrogeologica dei Complessi carbonatici della Successione mesozoica e terziaria dell’Unità Toscana metamorfica (Marmi s.l., MAA, Marmi dolomitici, MDD, Grezzoni, GRE, e Calcari selciferi, CLF), stratigraficamente limitata a letto dai complessi a permeabilità da bassa a molto bassa del Ciclo medio-triassico inferiore e del Basamento Ercinico, e a tetto dai complessi definiti da metadiaspri (DSD), Scisti sericitici (SSR) e Pseudomacigno (PSM). Tra i complessi SSR e PSM si individua il complesso a media permeabilità dei Marmi Cipollini (MCP);*
- *la serie idrogeologica costituita dai Complessi carbonatici della Falda Toscana in cui sono comprese le cataclasiti di base (CCA, cts, ctm, cts), che separano la Falda Toscana non metamorfica da quella metamorfica (Calcere Cavernoso Auctt.; Breccie Poligeniche, Sani, 1985) e i complessi carbonatici mesozoici della Falda Toscana non metamorfica (principalmente Calcere Massiccio, MAS, e Maiolica, MAI). Questi ultimi sono divisibili nei complessi della successione giurassica, separati*

dalle Marne a Posydonomia (POD), e dai Diaspri (DSD), dai complessi della Maiolica (MAI) e dai membri carbonatici della Scaglia Toscana (prevalentemente Calcareni di Montegrossi, STO3). Questa serie è limitata a tetto Complessi non carbonatici della Falda Toscana (Formazione della Scaglia, STO, e del Macigno, MAC) e dai Complessi idrogeologici delle Unità Liguri e Subliguri.

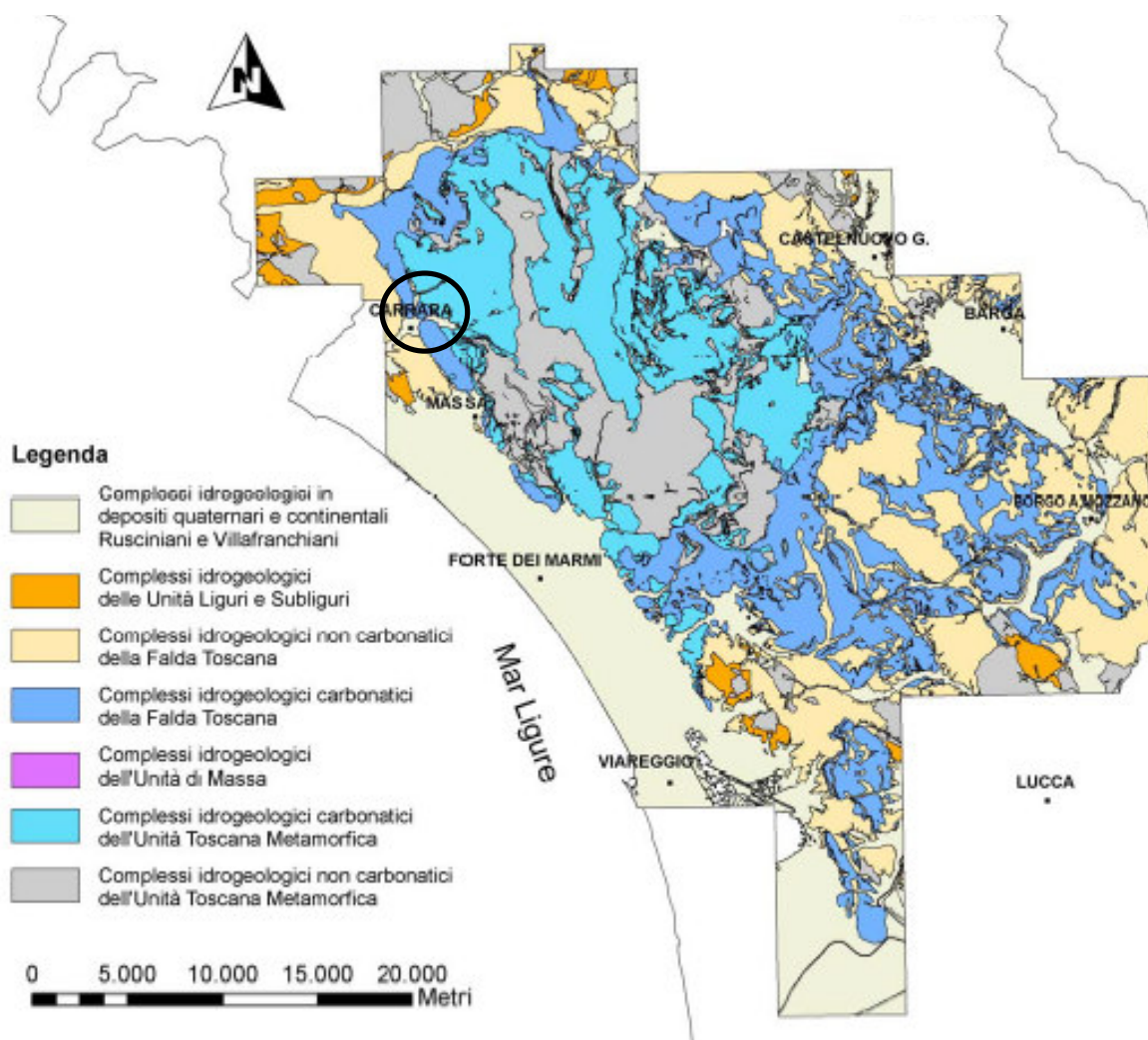


Figura 10. Inquadramento idrostrutturale del Corpo Idrico Significativo delle Alpi Apuane.

Verificato quindi che la natura geologica e litologica costituiscono il primo tra i fattori di controllo sui complessi idrogeologici subentrano gli aspetti stratigrafici, tettonici e carsici variamente studiati da numerosi autori nel corso del tempo.

“Per la natura carbonatica dei complessi idrogeologici del CISS-AP, la dinamica della circolazione sotterranea è legata principalmente a sistemi fessurati e carsici che presentano un notevole grado di complessità. Il carsismo inoltre, determinando un elevato coefficiente di infiltrazione e causando una riduzione del ruscellamento superficiale, rappresenta uno dei più importanti fattori di controllo nel sistema idrodinamico in oggetto. In un dominio in cui il carsismo rappresenta un fattore dominante nella circolazione sotterranea, le indagini speleologiche permettono di avere informazioni sulla zona satura che, correlate a quelle sulle sorgenti, consentono di individuare il gradiente della superficie piezometrica negli acquiferi in roccia. Queste informazioni congiuntamente alla conoscenza dell’andamento degli spartiacque idrogeologici rispetto agli spartiacque idrografici sono di notevole importanza nella definizione del modello concettuale del deflusso sotterraneo. Pertanto è necessario valutare le aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici, per definire le modalità di deflusso e della restituzione delle acque sotterranee. La Carta delle Aree di Alimentazione dei Sistemi Idrogeologici (Allegato 9a, Tavola A e B), derivata dalla cartografia tematica idrogeologica, e le relative sezioni idrogeologiche (Allegato 9b) permettono di apprezzare il controllo delle strutture geologiche sulla circolazione idrica sotterranea e la ricostruzione della geometria del CISS-AP.

La complessità delle condizioni geologiche e strutturali porta alla individuazione di porzioni di bacini ovverosia sistemi idrogeologici che consentono una analisi di maggior dettaglio della zona di studio.

Di seguito sono riportate alcune tavole estratte dal citato studio e dalle quali si verifica che:

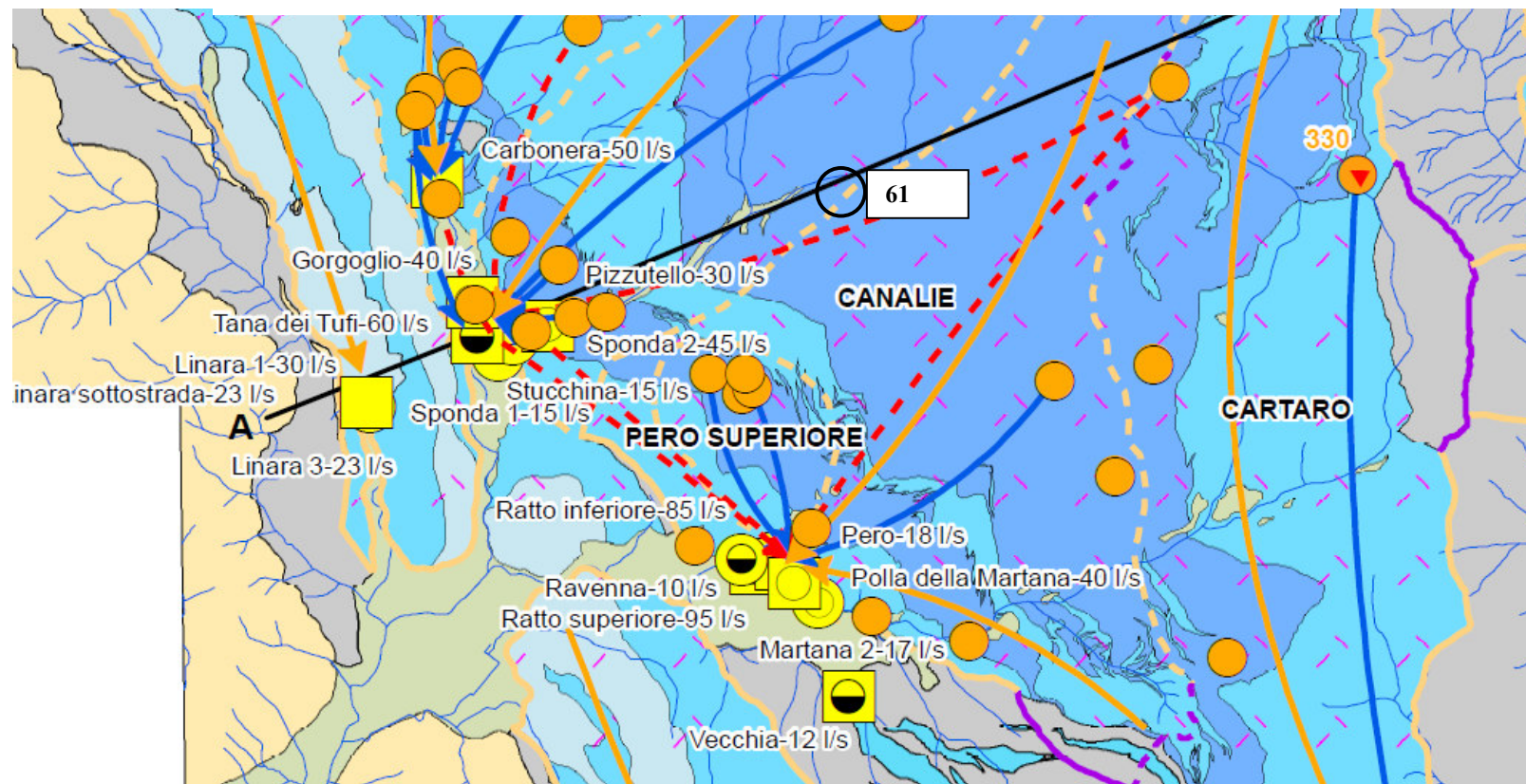
- la zona ricade in una zona di elevata permeabilità per fratturazione e carsismo, stratigraficamente sovrastante a una formazione a minor grado di permeabilità
- la zona alimenta le sorgenti di Torano (tratteggio azzurro)



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Carta delle Aree di Alimentazione dei Sistemi Idrogeologici Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane Allegato 9a





CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Limiti di bacino

Limite di bacino idrografico	• • • • •
Limite di area di alimentazione di sistema idrogeologico coincidente con limite di bacino idrografico:	
certo	—
presunto	- - - - -
Limite di area di alimentazione di sistema idrogeologico:	
certo	—
presunto	- - - - -

Cavità naturali

Doline e Sinkhole		Principali cavità carsiche con indicazione del numero di catasto F.S.T. (sede di prova di tracciamento)	
Sviluppo planimetrico delle principali cavità carsiche	=====		
Principali cavità carsiche con indicazione del numero di catasto F.S.T.		175	
Sifoni con indicazione della quota in m s.l.m.		450 m s.l.m.	

Idrografia superficiale

Reticolo idrografico	
Laghi naturali e artificiali (Cartografia scala 1:10.000)	
Laghi naturali e artificiali (Cartografia scala 1:25.000)	
Limiti amministrativi	
Limite comunale	- - - - -
Aree urbanizzate (Cartografia scala 1:25.000)	



Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

“Per sistema idrogeologico si intende l’insieme dei complessi idrogeologici carbonatici ed il loro assetto geometrico le cui acque hanno come recapito una sorgente od un gruppo di sorgenti (puntuali o lineari). Una idrostruttura carbonatica è definita da più sistemi idrogeologici adiacenti e delimitata da limiti e soglie di permeabilità al passaggio con complessi a permeabilità da bassa a molto bassa. La parte superficiale dei complessi carbonatici con le relative aree di ricarica allogena costituisce l’area di alimentazione di un sistema idrogeologico. Conseguentemente sono parte costitutiva del sistema idrogeologico non solo le aree di alimentazione in complessi carbonatici, ma anche i versanti costituiti da complessi non carbonatici a bassa permeabilità le cui acque di ruscellamento sono assorbite dai complessi carbonatici. (...) La definizione dei sistemi idrogeologici e delle relative aree di alimentazione si è basata sia su considerazioni di carattere idrostrutturale per mezzo di sezioni geologiche ed idrogeologiche (si veda l’Allegato 9b), sia su dati provenienti dalla letteratura (Masini, 1956; Piccini et al., 1997; Piccini et al., 1999; Piccini in AA.VV., 2002a; Doveri, 2005). Nella Carta dell’Allegato 9a è riportata l’estensione delle aree di alimentazione di ciascun sistema idrogeologico; i limiti utilizzati per la definizione di queste aree sono detti “certi” se il limite è basato su prove sperimentali, sulla presenza di complessi a permeabilità bassa o molto bassa che limitano il deflusso sotterraneo o se definiti lungo spartiacque superficiali in complessi non carbonatici ad individuare aree di ricarica allo genica; “presunti” se, non esistendo prove sperimentali si basano esclusivamente su ipotesi effettuate considerando l’assetto geometrico dei complessi idrogeologici. Tali limiti necessitano pertanto di essere precisati per mezzo di studi di dettaglio e attraverso l’esecuzione di nuove prove di sperimentali. Una assunzione fondamentale nella definizione delle aree di alimentazione è che complessi idrogeologici a permeabilità da bassa a molto bassa (quali Filladi inferiori, FAF, Porfiroidi, PRS, Scisti sericitici, SRS, Marne a Posidonomya, POD, Scaglia, STO, etc.) limitino il deflusso sotterraneo e permettano la definizione anche di sistemi idrogeologici sospesi.”



CHIARA TAPONECCO
geologo

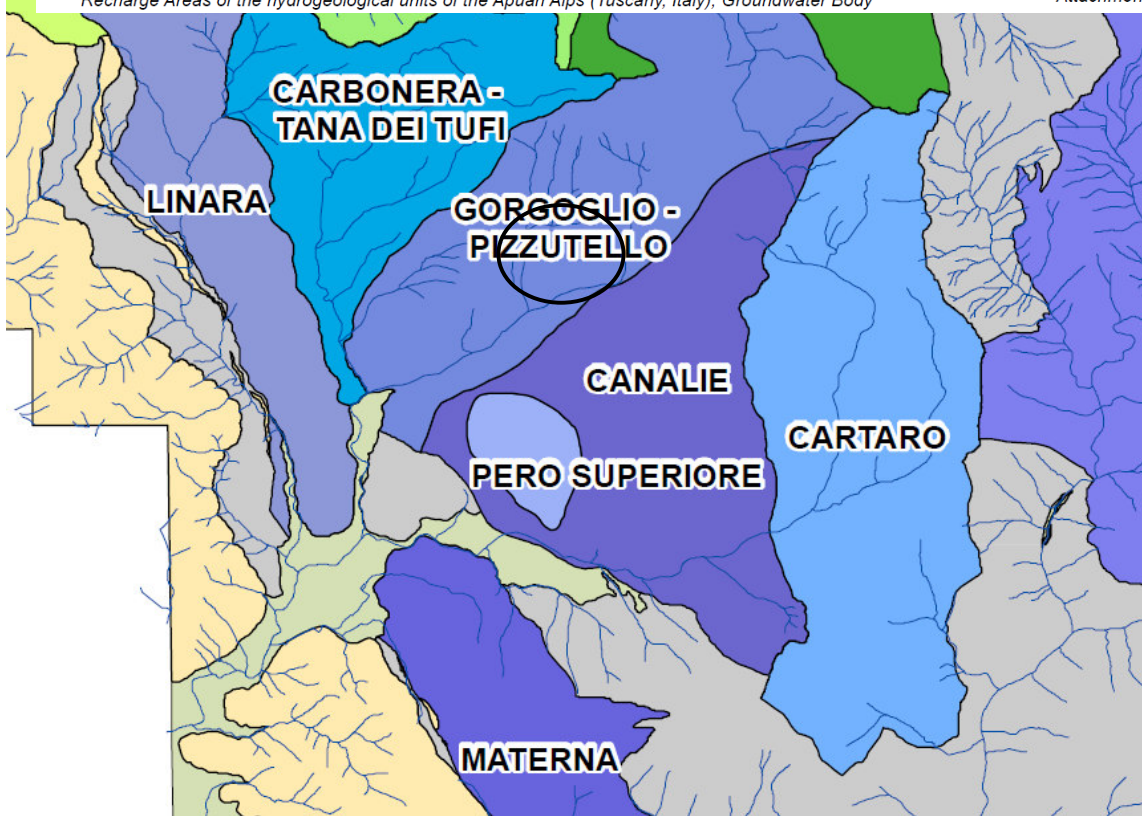
Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

Aree di alimentazione dei sistemi idrogeologici del CISS delle Alpi Apuane

Recharge Areas of the hydrogeological units of the Apuan Alps (Tuscany, Italy), Groundwater Body

ALLEGATO 9c

Attachment 9c



La zona di studio, sulla base della cartografia allegata ricade quindi nel *Sistema delle Gorgoglio-Pizzutello*; la distinzione del limite tra i vari sistemi è stata fatta con considerazioni idrochimiche - isotopiche e idrostrutturali.

Lo studio del CGT di Siena propone infine la necessità di implementare la rete di monitoraggio e controllo delle sorgenti al fine di migliorare il fitting del modello idrogeologico individuato.

Il passo successivo è quindi quello di valutare la vulnerabilità del sistema idrogeologico al fine di tutelare la risorsa idrica nei confronti dell'intorbidamento delle sorgenti e della presenza di idrocarburi; “la vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi viene definita (Civita, 1987, ANPA, 2001) come “la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli

effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo" (Civita, 1987)."

I due fattori di rischio sono da ricercare nella presenza di attività estrattive e la valutazione di vulnerabilità è stata condotta con il metodo COP.

Il metodo COP è un metodo parametrico a punteggi e pesi, basato su tre fattori principali (parametri) calcolati secondo lo schema in Figura 5, per la definizione di un indice di vulnerabilità intrinseca ottenuto moltiplicando i tre fattori suddetti:

$$COPIndex = C * O * P$$

I tre fattori (da cui l'acronimo COP) sono (Fig. 6):

- *Processi di infiltrazione (flow Concentration);*
- *Copertura (Overlying layers);*
- *Precipitazioni (Precipitation).*

*Tale metodologia permette di stimare il grado naturale di protezione dell'acquifero (Fattore O), determinato dalle proprietà dei suoli e delle litologie costituenti la zona non satura, e valutare come questa protezione possa essere modificata dai processi di infiltrazione (diffusa o concentrata, Fattore C) e le condizioni climatiche (precipitazioni, Fattore P). (...) Il **fattore O** prende in considerazione la funzione protettiva della zona non satura e la capacità dei singoli layer che la costituiscono di attenuare un possibile contaminante. (...) Il **fattore C** svolge la funzione di modificatore del fattore O ed esprime la potenzialità che l'acqua possa superare la protezione naturale fornita dagli strati della zona non satura infiltrandosi attraverso elementi carsici superficiali.*

*(...) Questo **fattore (P)** include la quantità di precipitazione e i parametri che influenzano il tasso di infiltrazione, come la frequenza, la distribuzione temporale, la durata e l'intensità degli eventi piovosi estremi e permettono di determinare la capacità delle precipitazioni di favorire il trasporto di sostanze dalla superficie verso la superficie piezometrica. (...)*

I risultati ottenuti, per ammissione stessa degli autori, identificano una valutazione cautelativa in quanto applicano parametri peggiorativi ai sistemi considerati e al saturo in genere; utilizzando le varie prove fatte con traccianti naturali e isotopi ambientali hanno consentito di fornire una contro prova e anche una conclusione, di seguito riportata.



Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

“.....Doveri (2005) identifica le quote medie della superficie d'infiltrazione relativa alla componente carsica tra le quote delle sorgenti e le isoipse 450-500 m s.l.m.: l'infiltrazione in quest'area, secondo l'Autore, è responsabile dei picchi di portata delle sorgenti e dei conseguenti eventi di intorbidamento delle acque sfruttate a scopo idropotabile. Analizzando la carta della vulnerabilità è possibile vedere come la maggior parte delle aree comprese al di sotto di queste quote abbiano valori di vulnerabilità da alti ad elevati in accordo con i risultati dello studio isotopico. Le prove effettuate con spore di *Lycopodium clavatum* (Spandre et al., 2003; Baldi, 2004), infine, mettono in evidenza tempi di corrvazione molto bassi nelle aree a vulnerabilità alta o elevata, e tempi più alti per le aree a vulnerabilità media.

FATTIBILITA' DEL PROGETTO AI SENSI DELLE NTG

Dopo la analisi delle caratteristiche geologiche, geologiche e idrogeologiche idrauliche del territorio, raffrontate col progetto in esame, occorre verificare la coerenza del progetto con la *Documentazione prevista dalle Norme Tecniche geologiche del PABE*. Data infatti la progettazione essa può rendere necessaria la istituzione di procedure e accortezze volte a superare aspetti sensibili o critici mediante procedure o realizzazioni in situ che rendano il progetto *fattibile*.

Metodologia operativa

Le attività di cava sono soggette alla vincolistica che lo strumento PABE ha riassunto in apposite schede prodotte sia per bacino che alla scala della singola cava; questo ha consentito di individuare per ogni sito quelle che sono le criticità e gli aspetti peculiari sotto il punto di vista storico/archeologico, paesaggistico, delle matrici ambientali e degli aspetti geologici, geomorfologici e idraulici/idrogeologici; in questo senso le disponibilità e i perimetri di lavorazione sono sovrapposti a colorazioni e campiture il cui scopo è indirizzare le scelte progettuali.

In particolare occorre riferire alle Norme Tecnico Geologiche, abbreviate in NTG, che costituiscono parte integrante delle Norme tecniche Attuative NTA dei PABE. “Esse disciplinano, per quanto attiene gli aspetti geologici, idraulici e sismici, le condizioni di attuazione delle attività estrattive e degli interventi edilizi ammessi all'interno dei Bacini Estrattivi delle schede di cui all'Allegato V del PIT-PPR attraverso la definizione della Fattibilità degli Interventi di trasformazione, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni dipendenti dalle situazioni di pericolosità riscontrate, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio...”

Il presente documento analizza la seguente cartografia del PABE:



CHIARA TAPONECCO
geologo

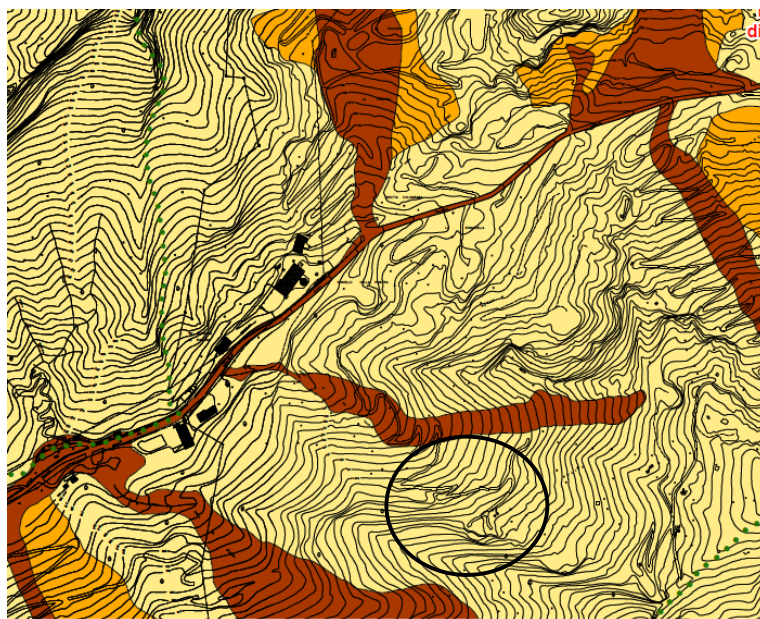
Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

- 1) Carta della pericolosità geologica (elaborati G5.1 e G5.2 in scala 1.5000)
- 2) Carta della pericolosità idraulica (elaborati G6.1 e G6.2 in scala 1.5000)
- 3) Carta degli elementi generali con rilevanza sismica (elaborato G7 in scala 1.10.000)

Sovrapponendola alle scelte progettuali.

Analisi delle pericolosità

La **tav G5.1_Carta_della_pericolosità_geologica_(Tav_Nord)**, richiamata anche dalla scheda PABE della singola cava, mostra che le aree perimetrate secondo i diversi gradi di pericolosità sono campite in corrispondenza di accumuli detritici sottesi da impluvi e linee di scorrimento, laddove cioè si riconosce alla energia cinetica fluviale la possibilità di andare a causare erosione e quindi potenziale innesco di corpi detritici con conseguente manifestazione di dissesto (G.4) rispetto al resto dell'areale che ricade in G3.a salvo alcune aree che ricadono in G3.b e che di fatto sono le aree perimetrali alle G4 in cui sebbene ci sia distanza dalla linea di scorrimento/innesco del fenomeno i dislivelli sono tali da poter essere interessati dalla attivazione del fenomeno.



Estratto tav G5.2_Carta_della_pericolosità_geologica_(Tav_Nord)

Osservando la posizione della cava si osserva come le situazioni a maggiore pericolosità areale siano concentrate nelle zone adibite alla viabilità. L'areale di cava, sia cantiere inferiore che superiore, si trovano in G3.

CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Viene applicata la corrispondenza G.4 = P.F.M.E. e G.3b = P.F.E.

G.3a	Classe G.3a: Pericolosità medio-elevata Aree in cui necessita particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici per la presenza di elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una media propensione al dissesto (aree di ambito collinare e montano). Vi ricadono i corpi detritici con pendenze superiori al 25% e i versanti in roccia o con roccia sub-affiorante.
G.3b	Classe G.3b: Pericolosità elevata Si applica la corrispondenza G.3b = P.F.E. (B.T.Nord) = PG3 e PG2 (B.F.Magra) Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti e relative aree di influenza con indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità che fanno prevedere attivazioni o riattivazioni di movimenti di massa di media intensità; aree con indizi di instabilità connessi alla glacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, a intensi fenomeni erosivi e a processi accertati di degrado antropico. Tale classe include le frane non attive interessate (e non interessate) da fenomeni di ruscellamento diffuso e/o concentrato con pendenze superiori al 40% e i terreni di copertura s.l. in condizioni di instabilità geomorfologica potenziale. Vi ricadono anche le aree interessate da coperture detritiche con pendenze superiori al 60% e le aree esposte a possibili fenomeni di caduta massi.
G.4	Classe G.4: Pericolosità molto elevata Si applica la corrispondenza G.4 = P.F.M.E. (B.T.Nord) = PG4 (B.F.Magra) Aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di influenza, nonché le aree che possono essere coinvolte dai suddetti fenomeni. Corrispondono alle aree con dissesto in atto al momento del rilevamento quanto a fenomeni inattivi che presentano però indicatori geomorfologici precursori di fenomeni di instabilità che fanno prevedere attivazioni o riattivazioni di movimenti di massa di elevata intensità. Tale classe include le aree che possono essere coinvolte da processi a cinematica rapida e veloce quali quelle soggette a colate rapide incanalate di detrito e terra, le aree esposte a fenomeni accertati di caduta massi, le aree interessate da soliflussi e le aree che possono essere interessate da accertate voragini per fenomeni carsici.

Legenda tav G5.2_Carta_della_pericolosità_geologica_(Tav_Nord)

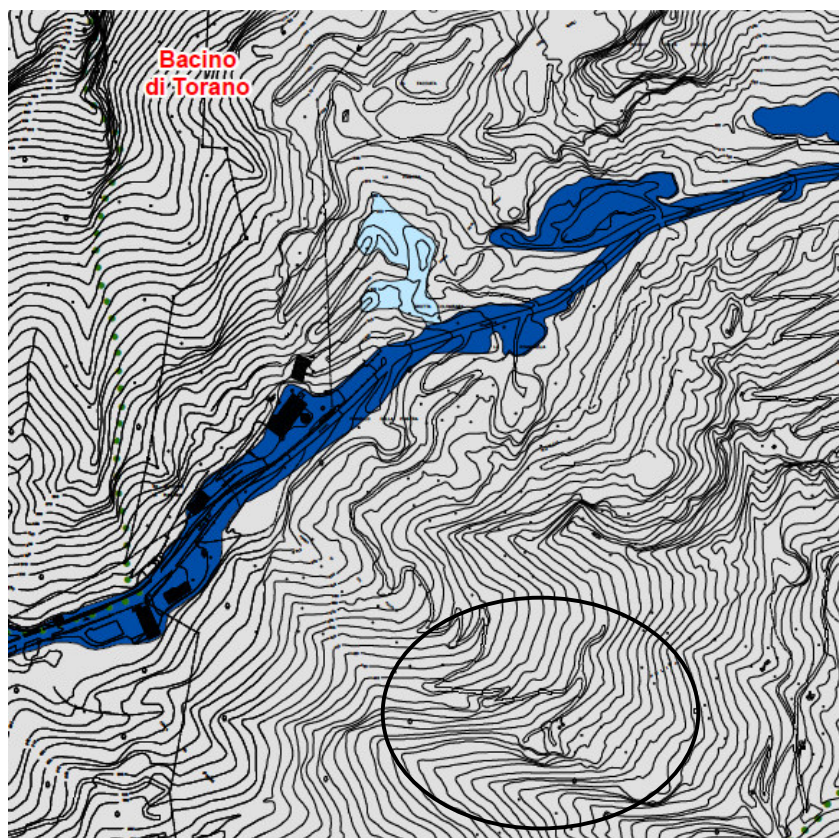
La Tav G6.1_Carta_della_Pericolosità_Idraulica (Tav. Nord) identifica la assenza di aree PIE e PIME; come intuibile data la posizione a mezza costa e la distanza da linee di acqua organizzate.

LEGENDA	
	Limite amministrativo del Comune di Carrara
	Perimetro Bacino/Sottobacino
	Pericolosità idraulica Bassa (I.1)
	Pericolosità idraulica Elevata (I.3) 30 < Tr ≤ 200 anni
	Pericolosità idraulica Molto Elevata (I.4) Tr ≤ 30 anni



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Estratto tav G6.1_Carta_della_Pericolosità_Idraulica (Tav. Noud)

La **tav G7.1_Carta degli elementi generali con rilevanza sismica** identifica una zona stabile, con substrato affiorante e classe di pericolosità sismica S2 che diventa S3 solo in corrispondenza degli accumuli detritici.

Legenda

Zone stabili



substrato roccioso affiorante classe di pericolosità sismica S2

Zone suscettibili di amplificazione topografica



vette e creste principali Classe di pericolosità sismica S3

Zone suscettibili di amplificazione stratigrafica



depositi detritici classe di pericolosità sismica S3

Zone suscettibili di instabilità

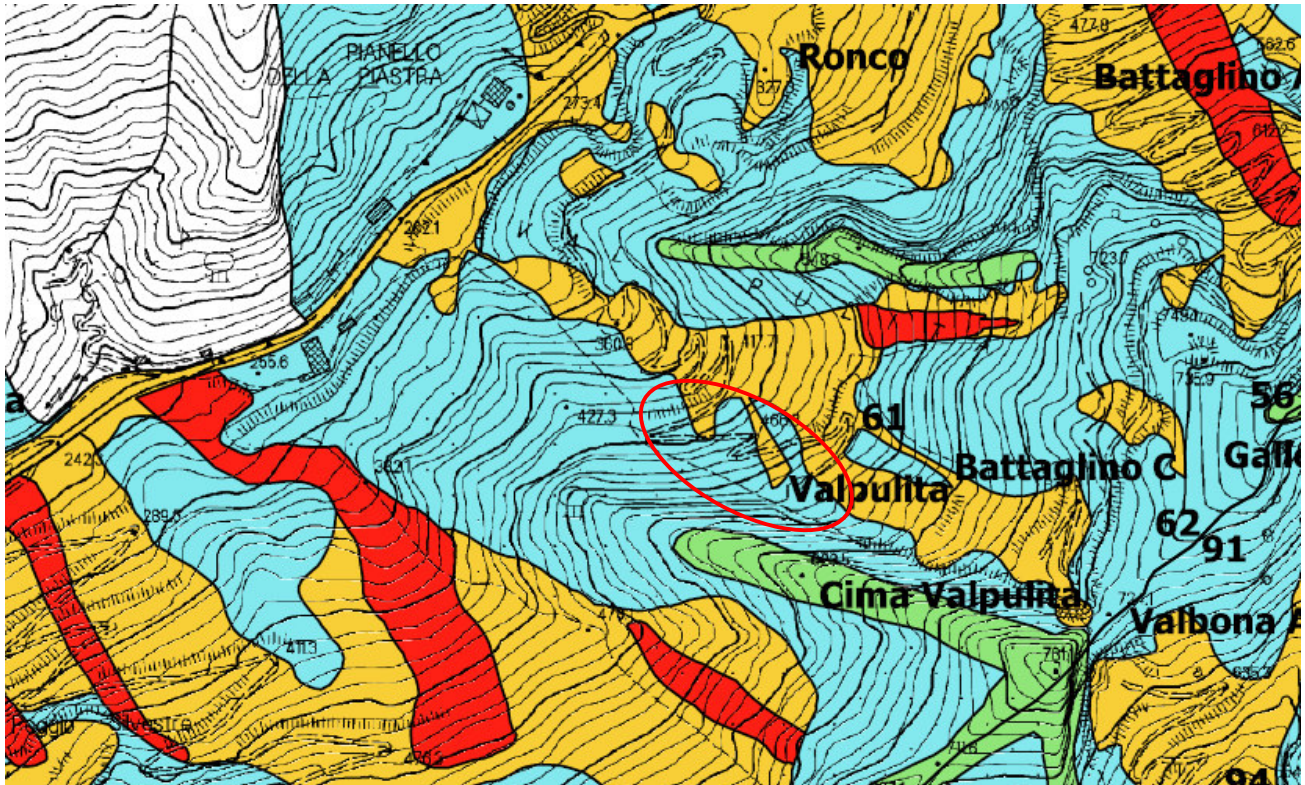


frane attive classe di pericolosità sismica S4



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221



Estratto tavola G7.1 carta degli elementi generali con rilevanza sismica

Analisi degli interventi

Sulla base della tipologia di manufatto esistente, inteso come sistema cava e infrastrutture, si individuano le classi di interventi oggetto di valutazione della fattibilità.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

N°Int.	Tipologie di intervento ammesse
1	Piazzali di cava
2	Nuovi fronti di coltivazione a cielo aperto e scarpate naturali connesse
3	Nuovi ingressi in galleria
4	Escavazione in sotterraneo
5	Area di stoccaggio temporaneo di materiali da taglio per uso ornamentale, come definiti dall'art. 2, comma 1, lett. c, punto 2.1 della LR 35/2015
6	Area di stoccaggio temporaneo dei derivati dei materiali da taglio per uso ornamentale, come definiti dall'art. 2, comma 1, lett. c, punto 2.2 della LR 35/2015
7	Area di stoccaggio temporaneo di materiale secondario di lavorazione utilizzabile in altri cicli produttivi, ovvero "sottoprodotti" da destinare al mercato, dichiarati tali nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi della LR 78/98
8	Area di stoccaggio temporaneo di scarti di lavorazione di cave per uso ornamentale utilizzati temporaneamente in cava (D.Lgs. 117/2008)
9	Area di stoccaggio temporaneo di rifiuti di lavorazione di cave per uso ornamentale da inviare ad impianti di recupero o a smaltimento (D.Lgs. 152/2006)
10	Aree per installazione impianti e/o fabbricati di servizio all'attività estrattiva
11	Aree per installazione strutture mobili di servizio all'attività estrattiva
12	Aree da destinarsi a bacini raccolta acque
13	Manutenzione straordinaria e/o nuova viabilità di arroccamento su roccia
14	Manutenzione straordinaria e/o nuova viabilità di arroccamento su detriti di escavazione o su coperture eluvio-colluviali
15	Sistemazione vie di arroccamento in disuso
16	Aree per inverdimento "naturale"
17	Messa in sicurezza pareti rocciose "residuali" (tecchie)
18	Bonifica e messa in sicurezza dei depositi detritici di escavazione (ravaneti)
19	Modellazioni morfologiche di risistemazione in roccia e/o detrito
20	Manutenzione straordinaria di edifici a servizio dell'attività estrattiva
21	Ristrutturazione di edifici a servizio dell'attività estrattiva
22	Impianti di derivazione idrica
23	Manutenzione ordinaria (1)
24	Manutenzione straordinaria (1)
25	Restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che non comportino sovraccarichi sulle fondazioni (1)
26	Restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che comportino sovraccarichi sulle fondazioni (1)
27	Ristrutturazione edilizia conservativa (1)
28	Ristrutturazione edilizia ricostruttiva (1)

Dopo aver analizzato cartografia e ipotesi progettuali è possibile arrivare a quantificare la fattibilità adoperando la matrice che accompagna le NTG; la matrice, incrociando:

- la natura dell'intervento e
- la pericolosità individuata dalla cartografia,

consente di assegnare un *valore di fattibilità*; ne conseguono quindi i criteri di valutazione delle criticità e le misure da adottare per il loro superamento, qualora possibile.

Si adopera, in funzione della cartografia analizzata, quindi una **pericolosità idraulica I.1**, una **pericolosità geologica G.3a** e una **pericolosità sismica S.3**. ne deriva una attribuzione di fattibilità per ogni categoria con le seguenti classi:

F1 = fattibilità senza particolari limitazioni

F2 = fattibilità con normali vincoli

F3 = fattibilità condizionata

F4 = fattibilità limitata

a) Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche e infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

b) Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche e infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

c) Fattibilità Condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche e infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

d) Fattibilità Limitata (F4): si riferisce a eventuali previsioni urbanistiche e infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione preliminare di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo Regolamento Urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.



CHIARA TAPONECCO
geologo

Dott. Geol. Chiara Taponecco
Via Tiro a volo, 30 54033 Marina di Carrara
mob. 328/4731557 chiara.taponecco@virgilio.it
Iscritta ordine geologi Toscana n°1221

ALLEGATO 1 - art. 9 NTG - Matrice della Fattibilità - PABE COMUNE DI CARRARA

N°Int.	Tipologie di intervento ammesse	Fattibilità geologica			Fattibilità idraulica			Fattibilità sismica		
		Pericolosità geologica			Pericolosità idraulica			Pericolosità sismica		
		G.3a	G.3b	G.4	I.1	I.3	I.4	S.2	S.3	S.4
		P.F.E.	P.F.M.E.			P2	P3			
1	Piazzali di cava	F3.2g	F3.3g	F4g	F1i	F2i	F2i	F1s	F1s	F1s
2	Nuovi fronti di coltivazione a cielo aperto e scarpate naturali connesse	F3.2g	F3.3g	F4g	F1i	F2i	F2i	F2s	F3s	F3s
3	Nuovi ingressi in galleria	F3.2g	F3.3g	F4g	F1i	F2i	F2i	F2s	F3s	F3s
4	Escavazione in sotterraneo	F3.2g	F3.3g	F4g	F1i	F2i	F2i	F2s	F3s	F3s
5	Area di stoccaggio temporaneo di materiali da taglio per uso ornamentale, come definiti dall'art. 2, comma 1, lett. c, punto 2.1 della LR 35/2015	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F3i	F4i	F1s	F1s	F1s
6	Area di stoccaggio temporaneo dei derivati dei materiali da taglio per uso ornamentale, come definiti dall'art. 2, comma 1, lett. c, punto 2.2 della LR 35/2015	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F3i	F4i	F1s	F1s	F1s
7	Area di stoccaggio temporaneo di materiale secondario di lavorazione utilizzabile in altri cicli produttivi, ovvero "sottoprodotti" da destinare al mercato, dichiarati tali nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi della LR 78/98	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F3i	F4i	F1s	F1s	F1s
8	Area di stoccaggio temporaneo di scarti di lavorazione di cave per uso ornamentale utilizzati temporaneamente in cava (D.Lgs 117/2008)	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F3i	F4i	F1s	F1s	F1s
9	Area di stoccaggio temporaneo di rifiuti di lavorazione di cave per uso ornamentale da inviare ad impianti di recupero o a smaltimento (D.Lgs. 152/2006)	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F3i	F4i	F1s	F1s	F1s
10	Aree per installazione impianti e/o fabbricati di servizio all'attività estrattiva	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F3i	F4i	F2s	F3s	F3s
11	Aree per installazione strutture mobili di servizio all'attività estrattiva	F2g	F2g	F4g	F1i	F3i	F4i	F1s	F1s	F2s
12	Aree da destinarsi a bacini raccolta acque	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F2i	F2i	F1s	F1s	F2s
13	Manutenzione straordinaria e/o nuova viabilità di arroccamento su roccia	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F2i	F3i	F2s	F3s	F3s
14	Manutenzione straordinaria e/o nuova viabilità di arroccamento su detriti di escavazione o su coperture eluvio-colluviali	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F2i	F3i	F2s	F3s	F3s
15	Sistemazione vie di arroccamento in disuso	F2g	F2g	F3.3g	F1i	F1i	F1i	F1s	F1s	F1s
16	Aree per inverdimento "naturale"	F1g	F2g	F2g	F1i	F1i	F1i	F1s	F1s	F1s
17	Messa in sicurezza pareti rocciose "residuali" (tecchie)	F1g	F3.3g	F3.3g	F1i	F1i	F1i	F1s	F1s	F1s
18	Bonifica e messa in sicurezza dei depositi detritici di escavazione (ravaneti)	F2g	F3.3g	F4g	F1i	F3i	F3i	F1s	F1s	F1s

Di seguito, per ognuna delle componenti del progetto si analizzano le fattibilità emerse; emerge che solo in relazione alla fattibilità geologica si ha una fattibilità condizionata e che tale indice va ad impostarsi solo su “piazzi di cava” e “escavazione in sotterraneo” secondo un principio maggiormente riconducibile a quanto contenuto non solo nella relazione di stabilità del complesso estrattivo ma anche alla normale routine di direzione lavori. La componente idraulica e sismica assecondano la descrizione dei luoghi premessa in relazione.

Tutto ciò premesso:

Intervento 1) piazzali di cava

F3.2g = la natura stessa del piazzale di cava, per sua conformazione pianeggiante o subpianeggiante, legata quindi alla posa in opera di rampe, non comporta particolari situazioni di criticità da sottoporre ad analisi geologica; gli studi geologici, geomorfologici, di raffronto tra stato attuale/progetto e le valutazioni idrogeologiche e idrauliche sono già state definite dal Piano di coltivazione cui il presente studio si riferisce; sono valutati anche gli aspetti di gestione delle acque all'interno del concetto di regimazione delle acque in un contesto di equilibrio idro - geomorfologico. La gestione del cantiere prevede la valutazione sia nei confronti della tecchia, consolidata e monitorata, che delle gradonature previste dalla progettazione.

F1.1i = nessuna prescrizione.

F.1s = nessuna ulteriore verifica richiesta.

Intervento 3) apertura di nuovi ingressi

F3.2g = il progetto prevede la apertura di nuovi ingressi e aperture connesse allo sviluppo del sotterraneo; sono valutati gli aspetti legati alla stabilità dei portali anche in relazione al cambio di formazione, da marmo s.s a calcare selcifero, oltre che gli aspetti di consolidamento necessari sui portali e sulle tecchie di cava.

F1.1i = nessuna prescrizione

F.2s = trattandosi di fronti in roccia sono condotte le normali indagini di valutazione strutturale dell'ammasso.

Intervento 4) escavazione in sottterraneo

F3.2g = il progetto analizza la risposta del monte in relazione al “vuoto” che viene creato e la valutazione mira alla individuazione di eventuali cunei o zone di instabilità; sono valutati anche gli aspetti legati al crollo per i fronti rocciosi in sede di analisi della procedura di taglio al monte.

F1.1i = nessuna prescrizione

F.2s = trattandosi di fronti in roccia sono condotte le normali indagini di valutazione strutturale dell’ammasso cui si aggiungono le valutazioni bancata per bancata nel contesto della direzione lavori.

Intervento 5) aree stoccaggio temporaneo di materiali da taglio per uso ornamentale, come definiti dall’art.2, comma 1, lett.c, punto 2.1 della LR35/15

F2.g = tali materiali, per loro stessa natura e temporalità, non intervengono negativamente sulla regimazione superficiale delle acque, non creano erosione o dissesto non comportano fenomeni di contaminazione/alterazione dell’acquifero (in relazione anche alle misure di contingentamento delle acque); inoltre non creano modificazioni negative ai processi geomorfologici o alla stabilità globale del versante né creano aggravio su infrastrutture ed opere esistenti. Le AMD sull’area di deposito temporaneo vengono convogliate, mediante opportuna pendenza, alla vasca di raccolta, e da qui, dopo sedimentazione, mediante pompa di aspirazione, collegate al disoleatore per il successivo trattamento.

F1.1i = nessuna prescrizione

F.1s = nessuna ulteriore verifica richiesta

Intervento 6) aree stoccaggio temporaneo dei derivati di materiali da taglio, per uso ornamentale, come definiti dall’art.2, comma 1, lett.c, punto 2.2 della LR35/15

e

Intervento 7) aree stoccaggio temporaneo secondario di lavorazione, utilizzabile in altri cicli produttivi ovvero “sottoprodotti”, da destinare al mercato e dichiarati tali nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi della LR 78/98

e

Intervento 8) aree stoccaggio temporaneo di scarti di lavorazione di cave per uso ornamentale utilizzati temporaneamente in cava (D.Lgs 117/2008)

F2.g = le opere, per loro stessa natura e temporalità, non intervengono negativamente sulla regimazione superficiale delle acque, non creano erosione o dissesto non comportano fenomeni di contaminazione/alterazione dell'acquifero (in relazione anche alle misure di contingentamento delle acque); gli accumuli di detrito, per loro stessa natura, presentano una porosità elevata e in questo senso il rischio connesso al trasporto di materiale fine, che in funzione della granulometria potrebbe essere trasportato, è gestito dalla presenza di cordoli e procedure di manutenzione; il materiale fine andrebbe a depositarsi, mediante apposite cordolature e basti rovesci, in vasche soggette a intervento sia prima che in seguito di un evento meteorico pertanto la azione dilavante, di per se limitata per la permeabilità del corpo detritico, andrebbe a creare accumulo in zone destinate a tale funzione. Tali accumuli non creano modificazioni negative ai processi geomorfologici o alla stabilità globale del versante né creano aggravio su infrastrutture ed opere esistenti. Si tratta inoltre di aree che sono gestite anche con cordoli e dossi di contenimento pertanto assicurano un effetto di regimazione in condizioni meteoriche standard e una sorta di area di immagazzinamento in occasione di fenomeni particolarmente violenti e segnalati da allerte meteo; la dimensione delle vasche sia AMD che AMPP sono tali da garantire la gestione di quantità di acqua attesa anche con eventi eccezionali.

F1.li = nessuna prescrizione

F1.ls = nessuna ulteriore verifica richiesta

Intervento 9) aree stoccaggio temporaneo di rifiuti di lavorazione di cave per uso ornamentale da inviare a impianti di recupero o a smaltimento (D.Lgs 152/2006)

F2.g = il posizionamento dei rifiuti avviene in cassoni e box o all'interno di strutture esistenti in muratura; si tratta di posizionamento di aree lontane da cigli o scarpate in quanto accessibili a mezzi e, data la natura del materiale, lontane da zone di potenziale dissesto; le aree sono cordolate e sono attivate le modalità di raccolta, depurazione e contenimento delle acque; i contenitori chiusi in box prefabbricati sono stagni e divisi per tipologia. Sono mantenute in sito minime quantità di rifiuti già notevolmente ridotte dalla applicazione di contratti con ditte specializzate in manutenzioni programmate e straordinarie.

F1.li = nessuna prescrizione

F1.ls = nessuna ulteriore verifica richiesta

Intervento 12) aree da destinarsi a bacini raccolta acque

F2.g = si tratta di opere esistenti già all'epoca della fase di studio idraulico e pertanto analizzati nell'ottica della gestione

dell'equilibrio idraulico del sito. Le vasche sono dimensionate in modo da poter ricevere un quantitativo di acqua superiore all'evento medio di 20mm giornalieri, valore indicato come evento significativo.

F2.i = le opere, data la loro natura sono funzionali alla tutela quali quantitativa delle varie acque che interessano i piazzali di cava;

F.1s = non necessitano di approfondimenti trattandosi di vasche di dimensione limitata

Intervento 14) manutenzione straordinaria viabilità

F2.g = la gestione avviene con analisi delle distanze dai cigli e della dimensione e pendenza idonea ai mezzi che vi devono accedere; stessa cosa dicasi per il raggio di curvatura e per la manutenzione che deve essere fatta a seguito dei fenomeni meteorici.

F1.i = non sono necessari approfondimenti se non valutare la protezione da acque di dilavamento per la erosione potenziale.

F.1s = non necessitano di approfondimenti trattandosi di opere temporanee

CONCLUSIONI

Dal punto di vista geologico e giacimentologico la zona oggetto di progetto appaiono produttive e allineate alla coltivazione finora svolta in conseguenza allo studio delle fratture e alle qualità e rese ottenute; le annotazioni emerse dai vincoli e dalla scheda Pabe appaiono soddisfatte dalla modalità di coltivazione che risponde sia alle indicazioni utili per il rilascio della autorizzazione al vincolo idrogeologico che ai vincoli sovraordinati; la gestione degli aspetti geomorfologici, in detrito e in roccia, così come di quelli idraulici e di regimazione delle acque si allineano alla progettazione già autorizzata in quanto non apportano variazioni agli equilibri esistenti. Si ritiene quindi che il progetto sia coerente con le indicazioni del DPGR 48R.

Carrara, 30 ottobre 2025

Il tecnico

Geol Chiara Taponecco