

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA
Dott. Fiorenzo DUMAS
Via Codena, 2
54033 – CARRARA (MS)
Tel. 0585/776919
Fax. 0585/841969
fiorenzodumas@virgilio.it

**VARIANTE PROGETTO DI COLTIVAZIONE AIS ENSI
DELL'ATT. 23 COMMA 1 L.R. 35/18 E S.M.I. CAVA N. 39 FOSSA
DEGLI ANGELI BACINO N. 2 TORANO-SCHEDA N. 15
PIT/PPR/PABE – COMUNE DI CARRARA.**

Studio geologico, geomeccanico, geomorfologico, idrogeologico e giacimentologico

Committente: Marmi Carrara Lorano S.r.l.

IL LEGALE RAPPRESENTANTE

Sig. Mario ROSSI

IL GEOLOGO

Dott. Fiorenzo DUMAS



- Ottobre 2023 -

Sommario

PREMESSA	3
LOCALIZZAZIONE, DISPONIBILITA' E DESTINAZIONE DELLE AREE	3
Localizzazione	3
Disponibilità particelle catastali	3
Cenni Destinazione d'Uso Area e Regime Vincolistico	4
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E AMBIENTALI DEL COMPENSORIO	
ESTRATTIVO CARRARRESE	4
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E AMBIENTALI DEL BACINO TORANO	5
Caratteristiche geomorfologiche e ambientali dell'area di cava e del suo intorno significativo	7
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI	8
Inquadramento Tettonico dell'Area	8
Inquadramento Geologico dell'Area e del suo intorno significativo	11
L'Unità Estrattiva n° 39 Fossa degli Angeli	13
<i>La gestione del detrito</i>	15
CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROGRAFICI GENERALI	15
CARATTERI GENERALI DEL SERBATOIO IDRICO CARRARESE	16
Caratteristiche idrogeologiche del serbatoio idrico sotterraneo che sottende le sorgenti di costa	17
<i>Rocce con permeabilità primaria o per porosità</i>	18
<i>Rocce con permeabilità secondaria o acquisita</i> ,	18
<i>Rocce impermeabili</i>	19
VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI	20
DETERMINAZIONE DELLE LINEE DI FLUSSO SOTTERRANEE	23
Reticolo idrografico locale	28
ORIENTAZIONE FRONTI	Errore. Il segnalibro non è definito.
RILEVO STRUTTURALE	Errore. Il segnalibro non è definito.
CARATTERI STRUTTURALI DI RILIEVO	Errore. Il segnalibro non è definito.
CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO	Errore. Il segnalibro non è definito.
Classificazione di Bieniawski (Indice RMR, 1989)	Errore. Il segnalibro non è definito.
Classificazione di Hoek-Kaiserbaedn (Indice GSI 1995-2002)	Errore. Il segnalibro non è definito.

PREMESSA

Per incarico della Marmi Carrara Lorano S.r.l., con sede in Via Provinciale Carrara-Nazzano n. 158 a Carrara (MS), è stato condotto lo studio geologico-strutturale, geomeccanico, geomorfologico, idrogeologico e giacimentologico della cava n° 39 Fossa Degli Angeli, estendendo lo stesso anche ad un circostante intorno significativo.

A tal fine sono state studiate le caratteristiche geologico-strutturali, geomorfologiche, giacimentologiche, idrogeologiche, paesaggistiche e ambientali dell'area, in ottemperanza a quanto prevede: R.D.L. n. 3267/1923, ex Art. 7 R.D.L. 1497/39, L.R. 39/2000, L.R. 21/2002, D.Lgs 42/2004, D.Lgs 152/2006, D.C.R. 37/2015 e exL.R. 10/2010-L.R. 17/2016; oltre che ottemperare alle Norme di PABE approvate dal Comune di Carrara Delibera n. 71 del 03.11.2020 e aver ottemperato agli art. 3, 4 e 5 del DPGR n. 72/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 5 della L.R. 35/15.

Il progetto di coltivazione redatto ha durata di circa 30 mesi, circa 2.5 anni e prevede la coltivazione in sotterraneo dei ribassi di q. 428.00/429.00m s.l.m. e di q. 420.5/422.00m s.l.m..

L'unità estrattiva è sita in località Fossa degli Angeli, nel Bacino Industriale n°2 Torano in Comune di Carrara (MS).

Il rilievo topografico della cava, inserito all'interno dei Fogli 22D21 e 22D22 CRT, è stato fornito dalla Società.

LOCALIZZAZIONE, DISPONIBILITA' E DESTINAZIONE DELLE AREE

Localizzazione

La cava Fossa Degli Angeli è sita in destra orografica dell'ampio bacino estrattivo Torano, il cui fondovalle è occupato dalla strada comunale Piastra-Carriona, arteria principale che lo attraversa per tutta la sua estensione e da cui si diramano le varie viabilità di comparto che consentono l'accesso a cave e/o a gruppi di queste.

L'unità estrattiva è costituita da un cantiere sotterraneo dove è previsto:

- l'avanzamento del ribasso di q.428.0-429.0m s.l.m. in direzione NE e SE;
- la coltivazione del ribasso di q.420.5-422.0m s.l.m. nei II° ramo NE e dei corridoi

Disponibilità particelle catastali

Il cantiere occupa parzialmente il mappale 21 del Fg 21.

Cenni Destinazione d'Uso Area e Regime Vincolistico

La cava Fossa degli Angeli, comprensiva del suo intorno significativo, e tutto il Bacino Torano ricadono all'interno del "Bacino Marmifero Industriale Estrattivo dei Comuni di Carrara e Massa" costituito dalla Regione Toscana con L.R. n° 52/94; oltre che riconosciuta come "area industriale dal PRC", classificata come "Zona D3, bacino estrattivo disciplinata dall'art. 19", rimanendo regolamentata dal PABE (Piani Attuativi Bacini Estrattivi) scheda n. 15.

Il territorio dei bacini estrattivi, come del resto tutta la parte montana e collinare del territorio comunale, rimane sottoposto al Vincolo Idrogeologico, salvaguardia prevista dal R.d.L. n° 3267 del 30/12/1923.

Il confine del Parco delle Alpi Apuane, istituito con L.R. n° 65/97, ricade lontano e a quota morfologica superiore rispetto all'area interessata dal progetto, pertanto non vi saranno interferenze tra questa e l'areale del parco.

Per le altre norme vincolistiche che interessano l'area si rimanda alla consultazione della Relazione Tecnica Illustrativa redatta ai sensi dell'Art. 3 DPGR 72/R.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E AMBIENTALI DEL COMPENSORIO ESTRATTIVO CARRARESE

Va evidenziato che, l'esposizione meridionale e la soggiacenza dei versanti carraresi all'influenza marina hanno fatto sì che l'ultima glaciazione Wurn, terminata tra 16.000 e 14.000 a.c., non sviluppasse una morfologia glaciale con estensione ed intensità tale da lasciare in loco evidenti ed importanti elementi morfologici residui, come invece è avvenuto nelle valli interne della Garfagnana, dove permangono ancora oggi significativi esempi.

Infatti, il Compensorio Estrattivo Carrarese, ed in particolare il Bacino Torano, è caratterizzato da una morfologia di tipo pluvio-fluviale sovrainposta ad una primitiva morfologia glaciale, i cui caratteri di quest'ultima sono stati completamente oblitterati dall'erosione prodotta dal regime pluvio-fluviale.

Nell'areale di Torano caratteri che possono essere riconducibili ad un residuo di morfologia glaciale, anche se molto oblitterata, sono i versanti sottostanti Campocecina, caratterizzati da morfologie molto arrotondate e da valori costanti di acclività; mentre all'esterno del bacino, nel versante settentrionale del M.te Borla, si trova un limitato deposito morenico. In tutta la rimanente parte del bacino estrattivo gli originari aspetti glaciali sono stati completamente erosi dalla successiva morfologia pluvio-fluviale.

Esempio significativo di questa ultima oblitterazione è la forma delle valli; mentre il regime di glaciazione genera versanti con

morfologie arrotondate che contribuiscono a sviluppare la caratteristica forma "U" delle valli, dove ampi tratti di versanti e di fondovalle sono caratterizzati da valori omogenei di acclività, in quanto l'erosione si esplica prevalentemente attraverso il disfacimento fisico-meccanico della roccia, il regime pluvio-fluviale genera una morfologia accidentata, dove i versanti sono caratterizzati da diffuse rotture di pendio e le creste che si generano, sia principali che secondarie, hanno forma frastagliata e acuminata, con valli incassate perché l'azione erosiva delle acque meteoriche e ruscellanti si esplica essenzialmente per dissoluzione e erosione superficiale e/o regressiva.

Nel Bacino Marmifero Industriale Carrara-Massa l'attuale geomorfologia è il prodotto dell'erosione pluvio-fluviale che ha generata la frastagliata morfologia, i cui elementi principali sono rappresentati da:

- stretti e profondi impluvi vallivi, caratterizzati da forma a "V" molto ristretta ed il cui fondo rimane percorso dalle acque ruscellanti solo durante intensi eventi piovosi. La forma a "V" pronunciata risulta particolarmente evidente negli impluvi secondari;
- ripidi versanti dove i valori d'acclività sono generalmente $>45-50^\circ$, spesso associati a locali balze subverticali, che in alcuni casi assumono notevoli altezze e estensioni;
- isolate guglie e torrioni, spesso associate a sottili creste, generati dalla dissoluzione superficiale del calcare da parte delle acque piovane;
- una rete idrografica molto semplice e lineare, dove il fosso di fondovalle ed i suoi affluenti hanno alvei sub-rettilinei e ben incassati nel substrato roccioso, rimanendo ben distanziati tra loro. Il primo aspetto sta ad indicare una elevata velocità di deflusso superficiale delle acque meteoriche all'interno dell'impluvio, che lo sottopone ad una rapida ed intensa erosione di fondo e regressiva; mentre il secondo aspetto sta ad indicare un elevato grado di drenaggio del substrato roccioso carbonatico.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E AMBIENTALI DEL BACINO TORANO

Va premesso che, l'aspetto geomorfo-paesaggistico di un'area è strettamente dipendente sia dalla natura delle formazioni geologiche ivi affioranti, substrato roccioso e depositi recenti, sia dall'intervento antropico che modella il paesaggio in funzione delle proprie esigenze abitative ed economiche.

Per il Bacino Torano l'attuale morfologia è la sintesi tra la natura calcareo-metamorfica del substrato e lo sviluppo della escavazione lapidea. La vicinanza al paese e l'intensa fatturazione, che permetteva l'estrazione di ottimi volumi merceologici facilmente

rimovibili con le tecniche primitive, hanno fatto sì che l'escavazione nel Bacino si sviluppasse fin dai tempi remoti, con conseguente apertura di numerosi siti estrattivi. Questa intensa attività estrattiva, esplicata fin ad elevata quota, ha prodotto l'obliterazione dell'originaria morfologia arrivando quasi a ridosso dello spartiacque principale.

Altro fattore che ha contribuito all'obliterazione, forse in maniera molto superiore, è stata la formazione dei vasti conoidi detritici costituiti dal materiale di risulta dell'escavazione, ravaneti, che hanno ricoperto vari fossi ed ampi tratti di versante, anche con considerevoli spessori.

In particolare, tale modifica dell'aspetto geomorfologico-paesaggistico è avvenuta significativamente tra la fine dell'800 e la metà del '900, quando le coltivazioni in cava erano condotte per "varate"; operazioni che consistevano nella esecuzione di "tagli inclinati" a filo elicoidale lungo i quali scivolavano ingenti masse marmoree spinte dall'energia prodotta da cariche esplosive.

Questo sistema di coltivazione, oltre a distaccare consistenti volumi marmorei, produceva una notevole quantità di scarti generati dall'onda sismica prodotta dall'esplosione che frantumava sia il materiale varato sia la parte di ammasso che rimaneva in loco.

Nel secolo scorso, l'elevata produzione di questi scarti causò la formazione dei vasti ravaneti, in passato spesso soggetti a frane, utilizzati anche come "vie di lizza", i residui sono gli attuali conoidi sui quali sono aperte le viabilità di comparto e d'accesso alle singole cave.

Altro fattore che determinò l'espansione dei ravaneti durante tra la fine l'800 e la metà del '900 fu l'impossibilità di disporre di mezzi di trasporto e di viabilità idonee che permettessero il trasporto dei detriti all'esterno del Bacino di Torano, condizione logistica che impose alle cave la necessità di disporre di un'area dove accumularli. Le prime strade d'arroccamento furono realizzate solo tra la metà e la fine degli anni sessanta, quando furono adattati i camion americani, residui bellici, per il trasporto blocchi.

L'uso di aree da destinare a stoccaggio del materiale di risulta della escavazione risale appunto ai tempi del Granducato di Modena, i cui Sovrani disposero l'uso di *"fosse dove aggettare l'espurgo, che debbono avere estensione da valle a monte come le concessioni e che sono definite nel contratto tra il Sovrano ed il Concessionario"*. L'eccesso di accumulo di detrito in dette aree portò all'espansione dei ravaneti fino ad interessare ampi tratti se non quasi tutti i versanti. Quindi allo scopo, oltre alle "aree di spurgo o accumulo detritico" definite nel rilascio della concessione, furono adibite anche le aree adiacenti a queste, che il Concessionario e/o il Proprietario posero a disposizione nel caso che fossero frazioni di Agro Marmifero e/o di Bene Estimato.

In sintesi, l'obliterazione dell'originario aspetto geomorfo-paesaggistico del bacino si è esplicata non solo attraverso la vera e propria escavazione, ma soprattutto attraverso le discariche ad essa connesse (ravaneti), che hanno ricoperto i versanti vallivi

anche con spessori notevoli. Questi sono caratterizzati da pendenze più dolci rispetto a quelli dove affiora la nuda roccia, infatti i versanti ricoperti dai conoidi hanno valori d'acclività compresi tra 35° - 45° , corrispondenti all'angolo di riposo del materiale, mentre dove affiora la roccia nuda i valori di acclività del versante sono $>45^{\circ}$.

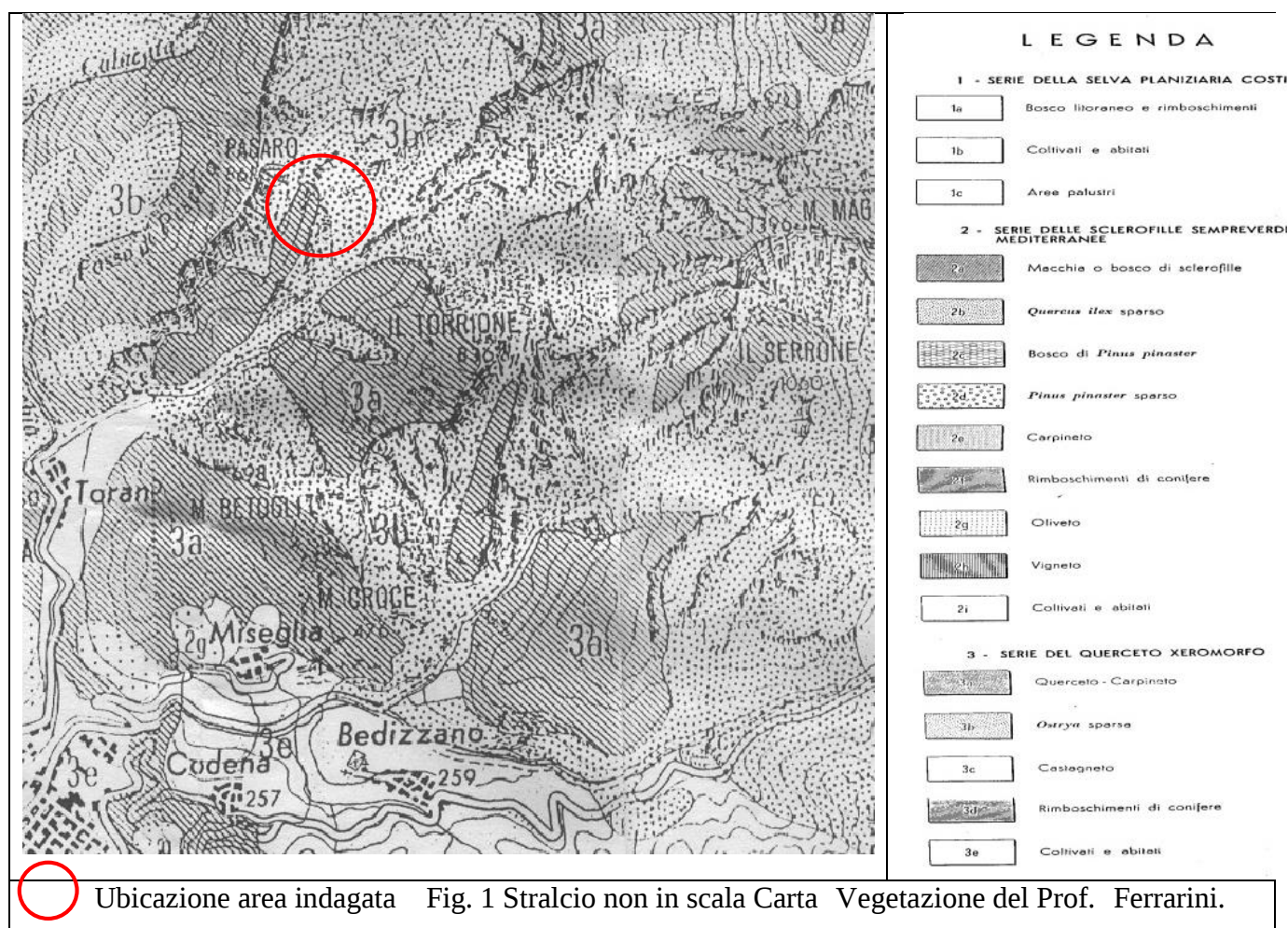
Caratteristiche geomorfologiche e ambientali dell'area di cava e del suo intorno significativo

È necessario premettere che l'area della Fossa degli Angeli e del suo intorno significativo rimane interna al Bacino Marmifero Industriale Carrara-Massa, dove l'aspetto geomorfo-ambientale risente fortemente dall'intervento antropico. Questo nel recente passato, fine degli anni sessanta del secolo scorso, era caratterizzato da una morfologia residua estrattiva dove dominavano pinnacoli e torrioni molto fratturati abbandonati durante l'escavazione del sito, spesso associati a vasti e ricolmi ravaneti, tutti elementi morfologici in possesso di evidenti segni d'instabilità.

In relazione alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche possedute dalla formazione marmifera, unico litotipo affiorante nella zona e nel suo intorno significativo, la copertura vegetale di alto fusto è pressoché assente, la presenza di essenze vegetali rimane limitata a forme erbacee ed in subordine cespugliose.

La cava n. 39 Fossa degli angeli sviluppandosi in sotterraneo non interagisce con la morfologia esterna, la quale rimane nelle condizioni originarie, ossia costituita dal grande concoide detritico su cui è costruita la strada d'accesso alle soprastanti cave attive n. 21 Lorano II e n. 22 Lorano e inattive n. 23 Vasaro I e n. 31 Campaccio.

L'osservazione in loco ha confermato quanto emergeva dalla consultazione della Carta della Vegetazione delle Apuane del Professore Erminio Ferrarini, il cui stralcio non in scala è la Fig. 1; ossia che nel Bacino di Torano, ed in particolar modo nell'area circostante la cava e nel suo intorno significativo, le scarse essenze arboree, rappresentate prevalentemente da individui con forma cespugliosa, sono ascrivibili alla serie (3a) del Querceto Xeromorfo, orizzonte del Querceto-Carpineto. Queste essenze rimangono generalmente radicate nelle coperture detritiche dove localmente può prevalere l'elemento terroso od all'interno di aree cataclastiche dove sono presenti fratture più aperte che racchiudono un riempimento di natura terrosa.



CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI

Inquadramento Tettonico dell'Area

Ad iniziare dall'Oligocene superiore-Miocene, il Dominio Toscano, di cui fa parte la zona Apuana, è coinvolto nella tettonica compressiva conseguente alla collisione tra il blocco sardo-corso ed il margine apuo-versiliese.

Durante tale fase compressiva, indicata nella letteratura Pisana-Senese come "Fase D₁", ma che in realtà corrisponde a una seconda fase "A₂" che ripiega una precedente fase "A₁" quasi complanare, vedi schema di Fig. 3, si verifica, in un primo momento, il sovrascorrimento dell'Unità Sub-ligure e poi delle Unità Liguri sul Dominio Toscano Interno; successivamente avviene lo sovrascorrimento della Falda Toscana sul Dominio Toscano Esterno (Complesso Metamorfico Apuano), con tettonizzazione di quest'ultimo entro una fascia di taglio ensialica, NE-vergente, e suo metamorfismo in facies scisti verdi.

Il risultato di questa fase è la sovrapposizione delle unità tettoniche Liguri s.l. e della Falda Toscana che costituiscono

attualmente l'Appennino Settentrionale, e il tutto, localmente, sovrapposto alla Serie Metamorfica Toscana.

Nell'area apuana il sovrascorrimento e il conseguente impilamento delle varie unità tettoniche ha portato alla formazione di nuove strette pieghe isoclinali che si sovrimpongono sulle esistenti pieghe isoclinali di fase "A₁"; il tutto è ben osservabile alla scala della sezione sottile, dell'affioramento di cava e dell'intera finestra tettonica.

Associata alla fase di deformazione "A₂" si rileva una scistosità sin-metamorfica "S₁" subparallela al piano assiale delle pieghe isoclinali "A₂" variamente non cilindriche.

Nel Carrarese le pieghe isoclinali di prima fase "A₁" sono registrate in livelli particolarmente "sensibili" perché ricchi in miche, come appunto quello dello "Zebrino-Cremo Delicato", dove le pieghe di fase "A₁" sono si trovano associate a quelle di seconda fase "A₂". Nella restante parte del giacimento marmifero, dove predomina il bianco ordinario e/o il venato, materiali poco "sensibili", la registrazione delle pieghe di prima fase "A₁" è mascherata e sovrapposta da quella di seconda fase "A₂", che hanno sviluppato e definito una scistosità di piano assiale che nei marmi rappresenta quello che i cavatori chiamano **"verso di macchia"**.

A iniziare dal Miocene inferiore, tutte le Unità del Dominio Toscano e le Liguridi soprastanti subiscono gli effetti dell'inversione tettonica passando da un regime compressivo ad uno di tipo distensivo, terza fase "A₃", con lo sviluppo di zone di taglio distensive duttili interne al complesso Metamorfico e faglie dirette a basso angolo nelle Unità Toscane Non Metamorfiche. Tutte le strutture primarie e quelle acquisite nella fase compressiva "A₂", sono deformate nuovamente dalla terza fase "A₃", con sviluppo di un nuovo sistema di pieghe, osservabili a tutte le scale e con sviluppo di una nuova scistosità che si sovrappone alle precedenti. La geometria di queste strutture è fortemente influenzata dalla giacitura della fase compressiva "A₂" e dagli accavallamenti nella generale struttura d'antiforme (*antiformal stack*) di seconda fase, tanto da disporsi secondo un pattern centrifugo rispetto alla zona di culminazione assiale della finestra tettonica delle Apuane (Duomo di Ruosina e Duomo di Boana). Questa cinematica, unita all'erosione, ha determinato il denudamento tettonico dell'area e la conseguente emersione del Complesso metamorfico.

Le interferenze tra le fasi "A₁" "A₂" "A₃" risulta schematizzata nella più semplice Fig. 2, risultano ben osservabili in Garfagnana all'interno del vasto areale dei marmi policromi, come ad esempio i "Cipollini", dove lo sviluppo di pieghe secondarie dovute alle fasi cronologicamente più recenti hanno agito sulle strutture geologiche precedenti.

L'intensa attività tettonica connessa con lo sviluppo della fase A₂ ha generato nel Comprensorio Carrarese una importante sequenza strutturale schematizzata nella Fig. 2 e rappresentata da W verso Est dalle sotto indicate strutture.

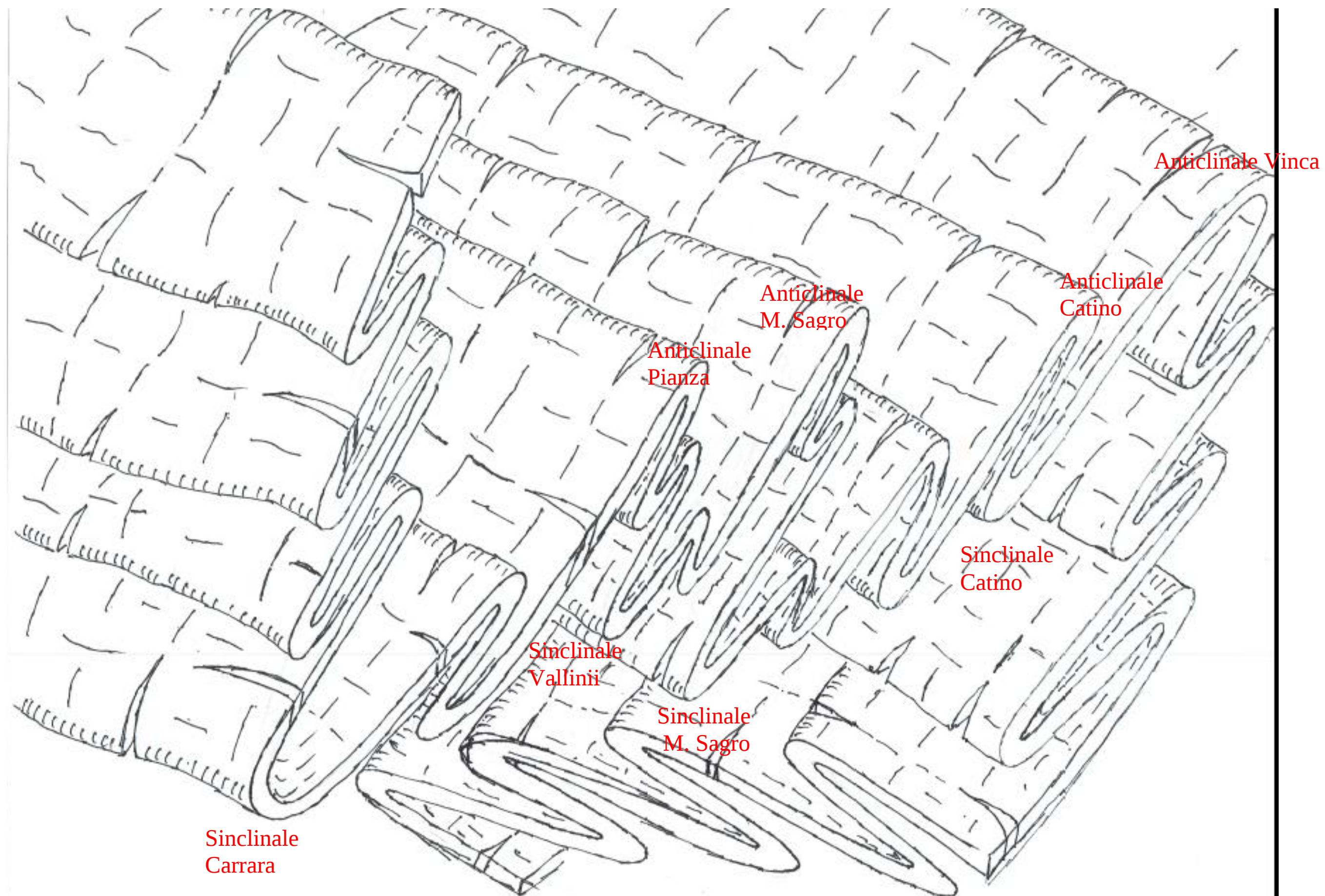


Fig. 2: Schema fuori scala della sequenza strutturale con rappresentate, solo per facilitazione grafica, le pieghe di fase “A1” e “A2” separatamente.

- 1) Sinforme di Carrara, a nucleo affiorante di Calcare Selcifero;
- 2) Antiforme di Pianza, a nucleo affiorante di Marmo;
- 3) Sinforme dei Vallini, a nucleo affiorante di Calcare Selcifero;
- 4) Antiforme M. Sagro, a nucleo affiorante di Marmo;
- 5) Sinforme M. Sagro, a nucleo affiorante di Calcare Selcifero;
- 6) Antiforme Catino, a nucleo affiorante di Marmo Dolomitico;
- 7) Sinforme Catino, a nucleo affiorante di Calcare Selcifero;
- 8) Antiforme di Vinca, a nucleo affiorante di Filladi Inferiori.

Le strutture dei punti 1), 2) e 8) hanno estensione chilometrica, le altre molto più contenuta, con la 5) che ha superficie massima ettometrica.

La sottostante figura rappresenta uno spaccato della sequenza tettonica soprastante, dove è rappresentata in forma completa la struttura deformativa generale generata dalla sovrapposizione delle 3 fasi plicative.

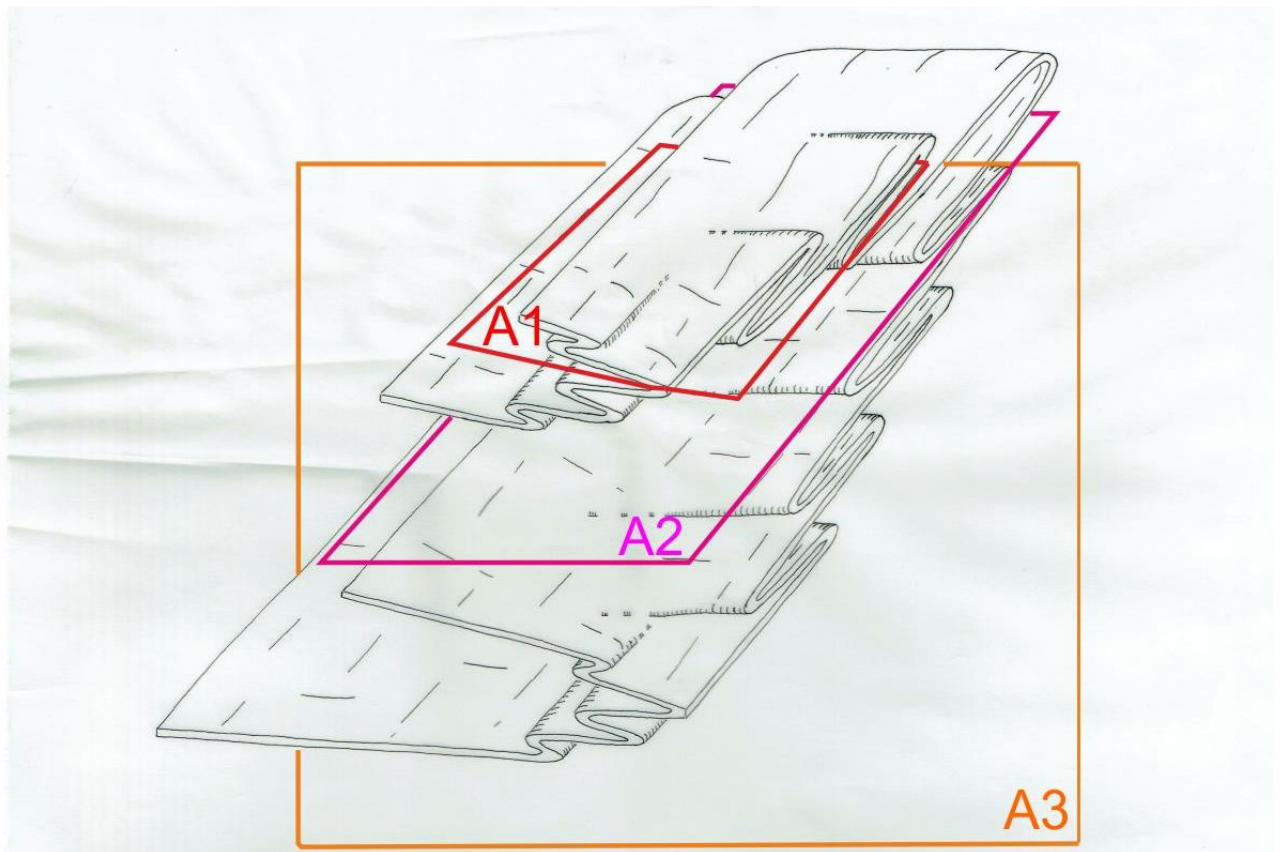


Fig. 3: Schema del modello geo-strutturale delle interferenze tra le fasi "A₁" "A₂" "A₃"

Inquadramento Geologico dell'Area e del suo intorno significativo

La cava n. 39 Fossa degli Angeli è sita all'interno del fianco diritto della Sinclinale Carrara, il cui nucleo di Calcare Selcifero affiora nella vicina località Piastra.

Indizi della locale complessità strutturale è possibili ricavarli dalla osservazione dal sottostante stralcio non in

scala della "Carta delle varietà merceologiche dei Bacini Marmiferi del Carrarese", dove "antiformi a nucleo di Bianco Ordinario" si alternano a "sinformi" a nucleo di venato e/o di "Statuario".

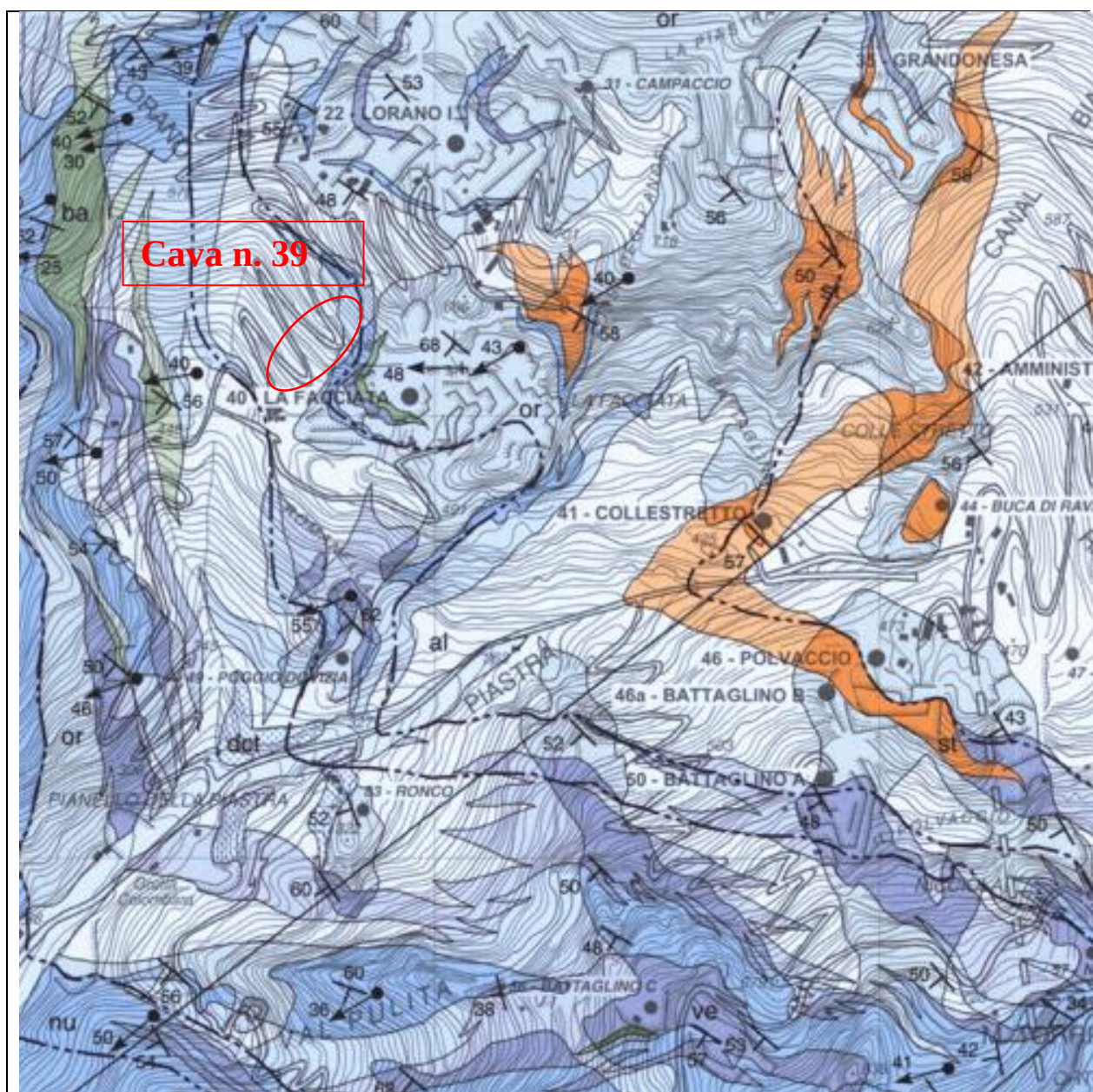


Fig. 4: Stralcio non in scala della "Carta delle varietà merceologiche dei Bacini Marmiferi del Carrarese".
affiorano le seguenti formazioni litologiche:

Nell'area circostante la cava affiorano:

➤ *Litotipi riferibili al Quaternario:*

- Depositi Detritici Artificiali o "Ravaneti": generati dall'accumulo degli inerti prodotti con le vecchie coltivazioni su cui è aperta la strada d'accesso alla cava 39 e alle soprastanti n. 21 e 22. Le scaglie hanno spigoli vivi e

volumetria variabile, con le più antiche che difficilmente superano il peso di 25/30Kg, essendo state prodotte manualmente.

➤ *Formazioni dell' "Auctotono-Autt."*:

- Formazione del Calcare Selcifero, Età: Lias Medio-Sup.: Metacalcilutiti grigio scure, con liste e noduli di selce, di potenza variabile ed estensione discontinua, affiora e forma tutta la vasta rupe del Pesaro, prolungandosi fino al fondovalle e sul versante opposto fino in località Betogli;
- Formazione dei Marmi in s.s.: rappresenta dalla varietà merceologica del "Bianco Carrara", Tav. G2; le cui caratteristiche mineralogiche e fisico-meccaniche sono indicate nella sottostante tabella. Il materiale è di colore bianco, con struttura saccaroide, Età: Lias Inf.;

CARATTERISTICHE CHIMICO-MINERALOGICHE			
COMPOSIZIONE MINERALOGICA			% IN PESO
Magnesio nella Calcite			1.0
Residuo			0.06
MINERALI	Principali	Calcite	99.94
		Dolomite	0.0
	Minori	Muscovite	
		Albite	
		Pirite	
		Quarzo	
		Adularia	
ANALISI CHIMICHE		% in peso	
CO ₂		44.00	
MgO		0.47	
Al ₂ O ₃		0.02	
SiO ₂		0.05	
K ₂ O		0.01	
CaO		54.99	
TiO ₂		0.00	
MnO		0.06	
Fe ₂ O ₃		0.07	
CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE			
1.0 CARICO DI ROTTURA A COMPRESSIONE		Kg/cmq	1316
2.0 CARICO DI ROTTURA A COMPRESSIONE DOPO CICLI DI GELIVITÀ		Kg/cmq	1287
3.0 CARICO DI ROTTURA A FLESSIONE		Kg/cmq	224
4.0 DILATAZIONE LINEARE TERMICA		10 ⁻⁶ per °C	6.7
5.0 COEFFICIENTE DI IMBIBIZIONE D'ACQUA		% in peso	0.12
6.0 PESO PER UNITÀ DI VOLUME			2696
7.0 RESISTENZA ALL'URTO		cm	66.3
8.0 MODULO DI ELASTICITÀ LINEARE		Kg/cmq	734000
9.0 RESISTENZA ALL'ABRASIONE		mm	4.38

Tab. 1: Caratteristiche chimico-mineralogiche e fisico-meccaniche "Bianco Ordinario, da "I Marmi Apuani - ERTAG..

L'Unità Estrattiva n° 39 Fossa degli Angeli

Come già detto, la cava rimane costituita da un unico cantiere in sotterraneo composto da due rami orientati circa NE-SW collegati da n. 3 corridoi di pari quota, stralcio sottostate Tav. G4 Carta Geostrutturale, Fig. 5.

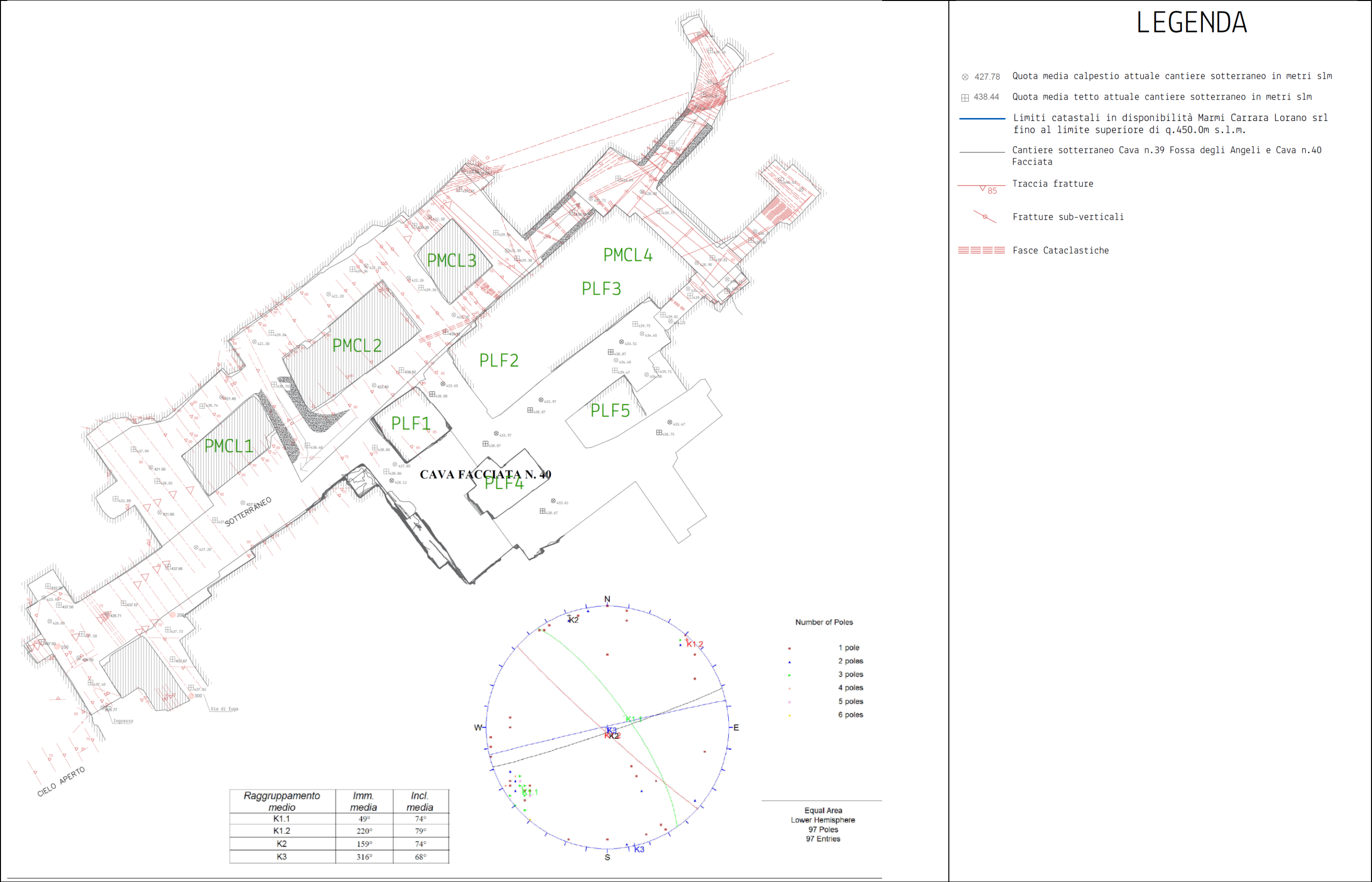


Fig. 5: stralcio non in s cala della Tav. G4 Carta geostrutturale.

Dalla proiezione stereografica e dall'analisi della Tav. G4, risulta che le fasce di finimento, hanno potenza alquanto ridotta se si escludono quelle localizzate nel settore NE del cantiere, e rimangono costituite da discontinuità ascrivibili ai sistemi K1.1 e K3.

La gestione del detrito

Va premesso che, l'argomento è affrontato in dettaglio nel "Piano di Gestione dei Rifiuti Estrattivi, del Materiale Derivato e del Materiale da Taglio", dove si tratta la gestione del detrito prodotto giornalmente.

Tutto il materiale derivato da taglio è recuperato fornendolo giornalmente alla Società Marble Way S.r.l., che recupera anche le terre.

A tal fine sono utilizzate le Aree AB2, q. 404.00m s.l.m., e AD2, q. 425.80m s.l.m., ubicate a cielo aperto rimanendo esterne al cantiere. La Società Marmi Carrara Lorano S.r.l. dispone di queste mediante scrittura privata con la Società La Facciata S.r.l..

Con riferimento al comma 1 dell'art. 184 bis del D.lvo 152/2006 il materiale detritico risultante dalle lavorazioni di coltivazione possiede le caratteristiche per essere considerato un "sottoprodotto", condizione che trova ulteriore conferma confermata nella L.R. 35/15, dove è definito anche il contributo economico da versare al Comune di Carrara.

CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROGRAFICI GENERALI

Il Comprensorio Estrattivo Carrarese occupa la parte nord-occidentale del vastissimo affioramento carbonatico metamorfico apuano, dove le principali formazioni carbonatiche sono rappresentate dai: Grezzoni, Marmi e Calcare Selcifero.

Come tutte le aree carbonatiche è anch'esso permeabile per fratturazione e carsismo, anche se il grado di permeabilità e lo sviluppo del carsismo all'interno di ciascun complesso carbonatico varia d'intensità in relazione alla natura chimico-mineralogica del litotipo formazionale e alle condizioni di apertura delle discontinuità.

Il Bacino Estrattivo n. 2 Torano, anticamente denominato "Comunello di Torano" è parte integrante di questo comprensorio carrarese.

I Marmi e i Grezzoni sono rocce molto permeabili per fratturazione e carsismo, mentre il Calcare Selcifero ricco in silice, sottoforma di intestanti, moduli e lenti, è caratterizzato da un minor grado e da una permeabilità per fratturazione decrescente con la profondità, condizione che si genera per deposizione e accumulo dei prodotti di alterazione della roccia all'interno della frattura. Lo sviluppo del carsismo, proprio per la diffusa presenza della silice rimane

molto limitato, si manifesta sottoforma di forme carsiche epigee secondarie.

L'intensità e la distribuzione areale della deformazione rigida all'interno dei bacini Marmiferi Carraresi rappresenta la principale via d'infiltrazione delle acque meteoriche nel substrato; in quanto il locale fenomeno del carsismo si manifesta con forme minori, quali:

- 1) forme superficiali o epigee:
 - a) superfici morfologiche "rugose", causate da una differenziata dissoluzione della superficie morfologica e/o di frattura;
 - b) fratture interne al cappellaccio più o meno ampliate dal processo di dissoluzione;
 - c) piccoli inghiottitoi riempiti da "argille rosse residuali";
- 2) forme profonde o ipogee:
 - d) fratture "beanti" più o meno carsificate;
 - e) fratture più o meno riempite da "argille residuali";
 - f) superfici di frattura ricoperte da "spalmature" di argille rosse.

Dalla indagine condotta sulle pareti e sul soffitto del sotterraneo non si sono riscontrate forme carsiche importanti.

CARATTERI GENERALI DEL SERBATOIO IDRICO CARRARESE

Al contrario della struttura geologica che è costituita da una serie pieghe isoclinali caratterizzate da differente estensione in affioramento, il Serbatoio Idrico Carrarese è invece una struttura molto semplice, rappresentata da un "contenitore carbonatico", delimitato verso il basso, da un substrato di natura impermeabile su cui scorre una falda freatica profonda.

I serbatoi sotterranei apuani sono costituiti dallo spesso strato di formazioni carbonatiche ascrivibili ai: Calcari Selciferi, Marmi s.s., Marmi Dolomitici, Grezzoni e localmente Dolomie di Vinca, soprastanti all'impermeabile rappresentato essenzialmente dalle impermeabili formazioni: Filladi Inferiori, Porfiroidi-Scisti Porfirici ascrivibili al Basamento Paleozoico Apuano e/o alle Filladi Muscovitiche dell'Unità di Massa, con quest'ultime che affiorando lungo il lato di SW della catena montuosa svolgono, nel carrarese, principalmente la funzione di "tampone idrogeologico".

A grande scala, le acque che si infiltrano nel "materasso permeabile" tendono a percolare nel suo interno fino a raggiungere le zone profonde, dove poi scorrono lungo la discontinuità permeabile/impermeabile. Le direzioni di flusso sotterraneo coincidono all'incirca con le locali immersioni che presentano le strutture geologiche principali.

Lungo il margine di SW della finestra tettonica, dove l'Unità di Massa si incunea tra il Metamorfico e la Falda Toscana, esistono importanti sorgenti idriche che scaturiscono a giorno grazie

all'effetto tampone svolto appunto dalle formazioni impermeabili dell'Unità di Massa (Filladi s.l.); mentre lungo il margine settentrionale della catena le sorgenti idropotabili e termali di Equi scaturiscono a giorno a causa dell'effetto "tampone idrogeologico" svolto dalla Formazione del Macigno, formazione caratterizzata da un minor grado di permeabilità rispetto al serbatoio carbonatico metamorfico. Inoltre, la presenza del Sovrascorrimento Tettonico Falda Toscana/Metamorfico fa sì che la struttura tettonica sviluppi un effetto drenante sulle acque sotterranee, innescando una rapida risalita delle acque sulfuree profonde con rapida venuta a giorno, così che le stesse subiscano un "limitato rimescolamento" con le acque soprastanti di falda freatica con differente temperatura e chimismo.

I due serbatoi idrici sotterranei di Equi e di Carrara pur rimanendo in continuità geologica attraverso le formazioni carbonatiche, non lo sono per l'idrogeologia; in quanto rimangono separati da alti strutturali impermeabili non affioranti alimentano questi differenti e ben distanziati gruppi di sorgenti. In ambedue i serbatoi è l'immersione della struttura geologica il parametro che definisce principalmente la direzione di deflusso sotterraneo. Fa eccezione il caso del Bacino M. Sagro che rappresenta un esempio di "cattura idrogeologica di serbatoio sotterraneo", in quanto area interna al bacino imbrifero di Vinca ma che partecipa alla alimentazione, con apporti sotterranei, del Bacino del T. Carrione.

L'esistenza di una circolazione idrica molto profonda all'interno del Comprensorio Estrattivo Carrarese è indirettamente confermata dalla l'assenza di emergenze idriche nel suo interno, nonostante che abbia considerevole variazioni altimetriche, circa 800m, e estensione >10Kmq. Le sorgenti alimentate da questo bacino idrogeologico scaturiscono tutte lungo il perimetro SW della catena montuosa, originando i due gruppi di Torano e Canale.

Queste emergenze sono allineate dalle acque che scaturiscono lungo il Contatto Tettonico Unità di Massa/Metamorfico Apuano; dove la prima unità geologica, costituita da formazioni impermeabili, funziona da "Tampone idrogeologico", interrompendo il deflusso sotterraneo delle acque e favorendone la venuta a giorno.

Caratteristiche idrogeologiche del serbatoio idrico sotterraneo che sottende le sorgenti di costa

Nell'area e nel suo intorno significativo affiorano le Formazioni del Calcare Selcifero e dei Marmi, oltre che vasti conoidi detritici artificiali o "Ravaneti".

Nel Bacino Industriale Torano in base alla tipologia e grado di permeabilità si possono distinguere le classi di permeabilità:

1^a classe: Permeabilità primaria

a) litotipi permeabili per porosità

2^a classe: Permeabilità secondaria o acquisita

a) rocce permeabili per fratturazione decrescente e sviluppo di limitati fenomeni carsici;

b) rocce permeabili per fratturazione crescente e sviluppo di fenomeni carsici;

3^a classe: Impermeabili

a) rocce impermeabili o poco permeabili nei primi livelli superficiali.

Rocce con permeabilità primaria o per porosità

Rocce Incoerenti

- Depositi detritici artificiali: sono gli accumuli detritici incoerenti composti da scaglie eterogranulari a spigoli vivi, caratterizzati da grado di permeabilità variabile da medio a alto, in relazione alla quantità di materiale terrigeno inglobato all'interno dell'accumulo. Il grado di permeabilità, pur rimanendo elevato, tende a diminuire entrando nel suo interno dove aumenta la frazione terrigena. I ravaneti, generalmente, non sono sede di acquiferi nonostante posseggano un elevato grado di permeabilità che faciliti l'infiltrazione delle acque meteoriche. Queste infiltratesi e circolanti nel loro interno subiscono l'azione di drenaggio da parte del sottostante bedrock marmifero, caratterizzato da un uguale o maggiore grado di permeabilità. L'assenza di una falda freatica interna al ravaneto è confermata dall'assenza di scaturigini lungo il suo piede, che altrimenti ci sarebbero se non esistesse l'effetto "drenante del substrato marmoreo". Tale deposito affiora nell'intorno della cava.

Depositi detritici di falda:

sono depositi detritici naturali di limitata estensione e potenza che si formano alla base di balze subverticali del Pesaro o lungo aree concave del versante. Generalmente sono costituiti da elementi eterogranulari a spigoli vivi, con scarsa o assente frazione terrigena. La permeabilità è generalmente di alto grado, anche se la presenza di frazione terrosa nel suo interno la può ridurre fino al medio grado. La limitata estensione areale dei depositi fa sì che non si generino serbatoi idrici nel loro interno. Nell'area in esame non si riscontrano depositi appartenenti a questo tipo.

Depositi e coperture eluvio-colluviali:

sono depositi generalmente presenti nelle aree di affioramento del Calcere Selcifero, praticamente costituiti dall'accumulo dei prodotti di alterazione e disfacimento della roccia in posto, che tendono a formare strati di coperture detritiche lungo il versante e/o nelle sue aree depresse. Il loro grado di permeabilità varia da basso a medio dipendendo dalla maggiore o minore diffusione dei prodotti di alterazione (limi, argille rosse ed ecc..). Nell'interno del Bacino di Torano lo strato eluvio-colluviale assume maggiore diffusione e potenza lungo l'allineamento Pesaro-Piastra-Betogli.

Rocce con permeabilità secondaria o acquisita,

Rocce coerenti

Alla classe appartengono tutte le formazioni metamorfiche fratturate e/o carbonatico-dolomitiche, la permeabilità per

fratturazione è tipica delle prime, quella per carsismo si riscontra nelle rocce solubili delle seconde. A questa classe appartengono:

Le formazioni permeabili per fratturazione decrescente e per limitati fenomeni carsici:

Formazione dei Calcari Selciferi Metamorfici: in generale l'infiltrazione all'interno del litotipo avviene essenzialmente per fratturazione, in quanto lo sviluppo dei fenomeni carsici è molto limitato a causa della composizione chimico-mineralogica ricca in silice. La formazione è caratterizzata da una permeabilità decrescente con la profondità, perché le fratture tendono a ostruirsi per accumulo dei prodotti limo-argillosi derivanti dall'alterazione della roccia. La formazione possiede un medio-basso grado di permeabilità e nel bacino affiora lungo l'allineamento morfologico Pesaro-Piastra-Bettogli.

Le formazioni permeabili per fratturazione crescente e sviluppo di fenomeni carsici:

Marmi, Marmi Dolomitici, Formazione di Vinca e Grezzoni: i litotipi formazionali variano da un "calcare puro" (Marmi) a un "calcare dolomitico" (Marmi Dolomitici) a una "dolomia pura" (Formazione di Vinca e Grezzoni). I litotipi sono caratterizzati da elevato grado di permeabilità per fratturazione, la quale, in determinate condizioni di pressione e temperatura delle acque, tende ad ampliarsi per dissoluzione del carbonato, così da sviluppare fenomeni carsici. Le formazioni di questo tipo sono caratterizzate da un alto grado di permeabilità dovuto a una rete di fratture costituite:

- da fratture principali molto aperte, i cosiddetti "condotti carsici" responsabili della veloce circolazione delle acque sotterranee, quindi della repentina ricarica delle sorgenti;
- da fratture secondarie, caratterizzate da differente estensione e apertura, nelle quali la circolazione sotterranea avviene più lentamente, rimanendo responsabili della costanza nella portata delle sorgenti. La rete secondaria di fratture alimenta la rete primaria.

Le formazioni di questo tipo sono caratterizzate da un grado di permeabilità medio-alto. Tra le formazioni sopraelencate, nell'area di indagine affiora solo la Formazione dei Marmi in s.s..

Rocce impermeabili

Alla classe appartengono le rocce di natura essenzialmente silicee, che nonostante siano più o meno fratturate non sviluppano una circolazione idrica sotterranea, perché le fratture sono occluse dai loro prodotti eluvio-colluviali. A questa classe appartengono: Porfiroidi, Scisti Porfirici, Filladi Inferiori, Scisti Sericitici: i litotipi sono rocce di natura silicea, chimismo non solubile dall'acqua, e che nonostante possano essere, anche localmente, molto fratturati sono di fatto resi impermeabili per ostruzione delle fratture dai prodotti di alterazione già in prossimità della superficie morfologica. Nell'area e nel suo intorno significativo la

classe è rappresentata dagli Scisti Sericitici che affiorano in località Campocecina e dal substrato profondo della falda freatica, non affiorante.

VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

Il problema della vulnerabilità degli acquiferi sulle Apuane è piuttosto rilevante, in quanto le estese aree carbonatiche, proprio per le loro caratteristiche di elevata permeabilità di tipo carsico, possono rappresentare delle aree di facile infiltrazione di inquinanti di varia natura.

Infatti, le fratture associate al carsismo, con particolare riferimento ai "condotti carsici", sono vie di potenziale e facile infiltrazione di inquinanti all'interno degli ammassi rocciosi. In particolare il problema è sentito nelle aree a vocazione estrattiva, dove l'attività svolta, se non organizzata, può essere fonte di potenziale inquinamento a causa della dispersione, anche fortuita, di oli minerali ed idrocarburi sul terreno.

Quanto sopra esposto sono considerazioni generali connesse alle caratteristiche possedute da qualsiasi complesso carbonatico (Apuane, Carso, Montagnola Senese, Colli Berici ed ecc...), per cui ogni complesso carsico rappresenta una potenziale via d'infiltrazione d'inquinanti verso le falde acquifere. Definito il concetto, riveste particolare importanza l'analisi geostrutturale della zona d'indagine, in quanto volta a definire le locali caratteristiche fisico-meccaniche possedute dall'ammasso roccioso.

L'area in esame è classificata ad alta vulnerabilità (50-70 valori sintacs) per gli acquiferi (Civita et alii, 1991) "Carta della Vulnerabilità degli acquiferi delle Alpi Apuane", stralcio riportato in Fig. 6.

Al fine di contenere al minimo il rischio di inquinamento dell'acquifero sopra definito, nella Fossa degli Angeli:

- 1) L'ordinaria manutenzione dei mezzi meccanici, che avviene non prima di aver raggiunto le 500 ore lavorative, è svolta da Ditta esterna all'interno della piattaforma cementizia, una o al massimo due volte l'anno. Al termine dell'operazione è compito di questa Società asportare tutto il materiale sostituito dal sito, provvedendo alla consegna per la messa in discarica e/o al suo recupero consegnandolo ai consorzi specializzati
- 2) La straordinaria manutenzione che può avvenire per rottura improvvisa del mezzo rendendolo inamovibile avverrà direttamente nel luogo del guasto, se invece è possibile spostarlo sul piazzale stesso lo si porterà in area marginale dove eseguire l'operazione.

Il manutentore condurrà l'operazione seguendo le operazioni previste nell'apposita procedura esistente, e che possono essere riassunte:

- collocamento al di sotto della macchina di serbatoio atto a contenere tutto l'olio esausto da sostituire, contenuto a sua volta in un serbatoio con capacità superiore al primo;
 - inserimento all'interno del predetto serbatoio di una pompa elettrica che consente, tramite tubazione, di trasferire l'olio esausto all'interno del contenitore collocato nel furgone del manutentore;
 - rimozione del serbatoio sottostante il mezzo solo dopo che lo stesso sia completamente vuoto;
 - inserimento dell'olio vergine all'interno del mezzo;
 - rimozione dei contenitori di olio vergine ed esausto vuoti, delle attrezzature e di quanto sia stato servito per la manutenzione,
- 3) L'area Impianti è collocata a cielo aperto a q. 409m s.l.m. nel mappale 9p del Foglio 20 del NCT Comune di Carrara ed è costituita da:
- C- cisterna carburanti omologata, posizionata su piattaforma cementizia cordolata sulla quale avviene anche la manutenzione mezzi meccanici. Le AMPP eventualmente ricadenti mediante tubazione plastica raggiungono per caduta il disoleatore  ed il serbatoio di temporaneo stoccaggio (VI), come da Tav.9a Stato Attuale e Tav. 9b Stato di progetto.
- 4) tutte le tagliatrici operanti durante la fase di lavoro sono delimitate da cordoli terrosi già impermeabili per natura, e ulteriormente resi tali per costipamento meccanico, atti a contenere le acque di lavorazione impedendone la loro diffusione sui piazzali di cava. La marmettola fine prodotta coi tagli a filo diamantato è pompata assieme a queste acque all'interno dell'impianto a sacchi filtranti dove è separata, così da riciclare l'acqua depurata avviando un ciclo chiuso.

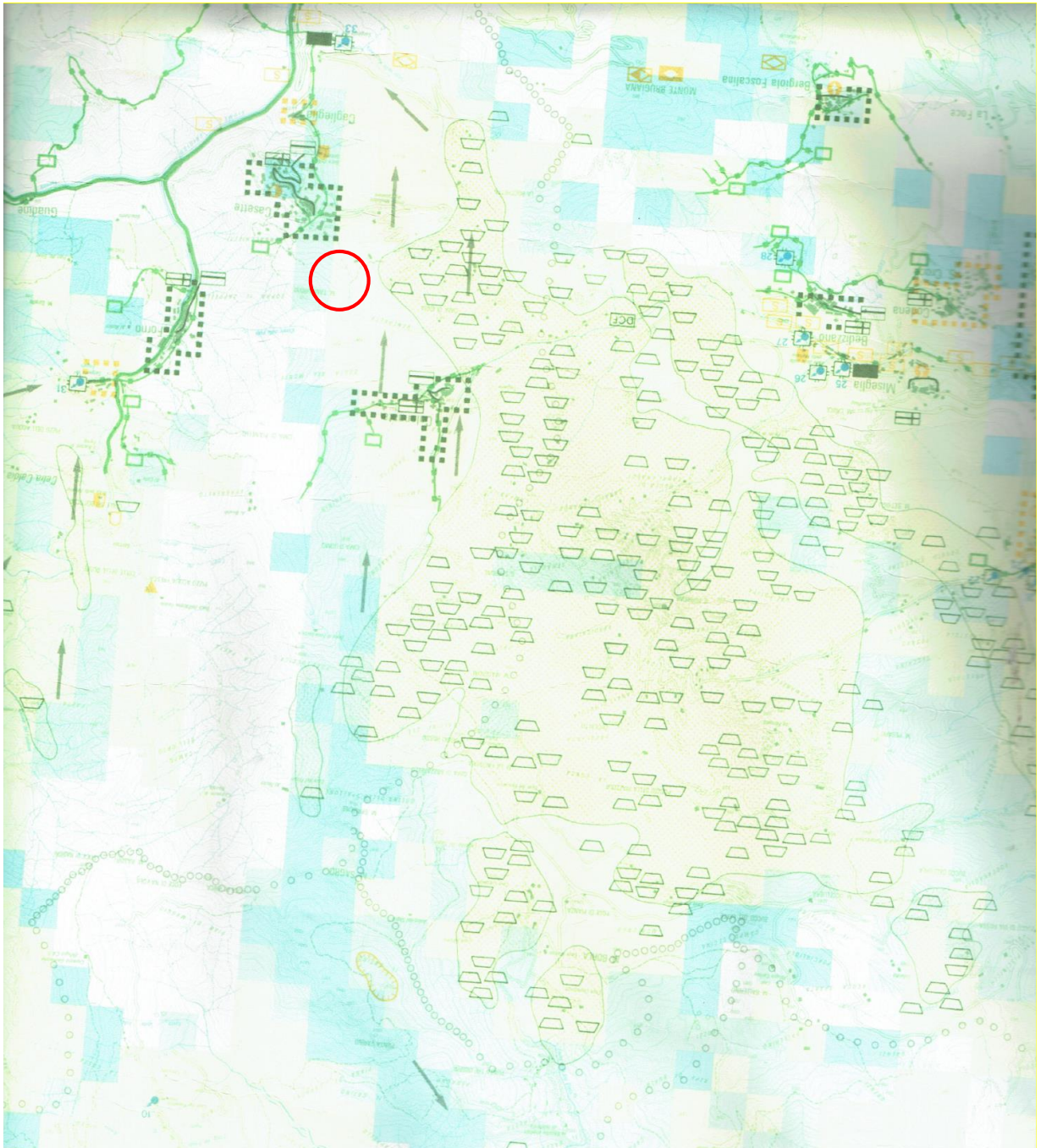


Fig. 6: Stralcio non in scala della Carta Vulnerabilità degli acquiferi delle Apuane (Civita Et A.li 1991)

Ubicazione Area

DETERMINAZIONE DELLE LINEE DI FLUSSO SOTTERRANEE

In una struttura geologica le direzioni di deflusso sotterraneo delle acque infiltratesi nel sottosuolo dipendono generalmente dalla struttura a grande scala, anche se l'andamento di quella locale può influenzarle, con particolare riferimento alla condizione strutturale della deformazione rigida.

Alla struttura geologica sono di fatto collegati i limiti idrogeologici, quindi il grado e la differenza di permeabilità tra le varie formazioni, che consentono di definire il substrato impermeabile ed il serbatoio idrico che contiene la falda e, conseguentemente, l'andamento delle linee di deflusso sotterranee principali.

Le strutture locali, con particolare riferimento alla deformazione rigida, sono quelle che influenzano l'infiltrazione e il primo andamento sotterraneo delle direzioni di deflusso, con eventuale variazione di queste rispetto a quanto ci si aspetterebbe dall'analisi della struttura a grande scala.

In linea di massima l'infiltrazione delle acque all'interno di un ammasso roccioso carbonatico avviene tramite:

- i fenomeni carsici più o meno sviluppati quali "condotti carsici" e ecc...
- le fratture beanti più o meno diffuse;
- le zone a maggior intensità di fatturazione, finimenti.

Come già detto, a grande scala la sequenza della struttura geologica, lungo la direttrice Carrara-Vinca, è rappresentata da una serie di pieghe isoclinali di fase "A₂", Fig. 2, quali:

1) Sinclinale Carrara	2) Anticlinale Pianza	3) Sinclinale Vallini	4) Anticlinale M. Sagro
5) Sinclinale M. Sagro	6) Anticlinale Catino	7) Sinclinale Catino	8) Anticlinale Vinca

con le strutture 1) 2) e 8) aventi estensione chilometrica, mentre le strutture 3), 4), 5) 6) e 7) arealmente alquanto modeste.

A questa complessa impalcatura geologica, Fig. 2 e 3, corrisponde una più semplice struttura idrogeologica, dove un vastissimo serbatoio carbonatico costituito dalle strutture 1-7 poggia su un substrato impermeabile costituito dall'Anticlinale di Vinca. L'immersione della Anticlinale di Vinca fa sì che le acque contenute nel serbatoio sotterraneo defluiscano seguendo il contatto permeabile/impermeabile verso SW nel carrarese e verso S nel massese.

Queste direzioni di deflusso sotterraneo trovano conferma nello "Studio Idrogeologico Prototipale del Corpo Idrico Significativo dell'Acquifero Carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d'Oltre Serchio e S. Maria del Giudice", pubblicato dalla Regione Toscana, l'analisi della "Carta delle aree di alimentazione dei Sistemi Idrogeologici - Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane" (Allegato 9a, tav. A), il cui stralcio non in scala è la Fig. 7, dalla quale si evince che l'area di progetto risulta inserita nel

bacino di alimentazione delle Sorgenti di Carrara, bacino che travalica quello imbrifero, in quanto ingloba anche quello del M. Sagro.

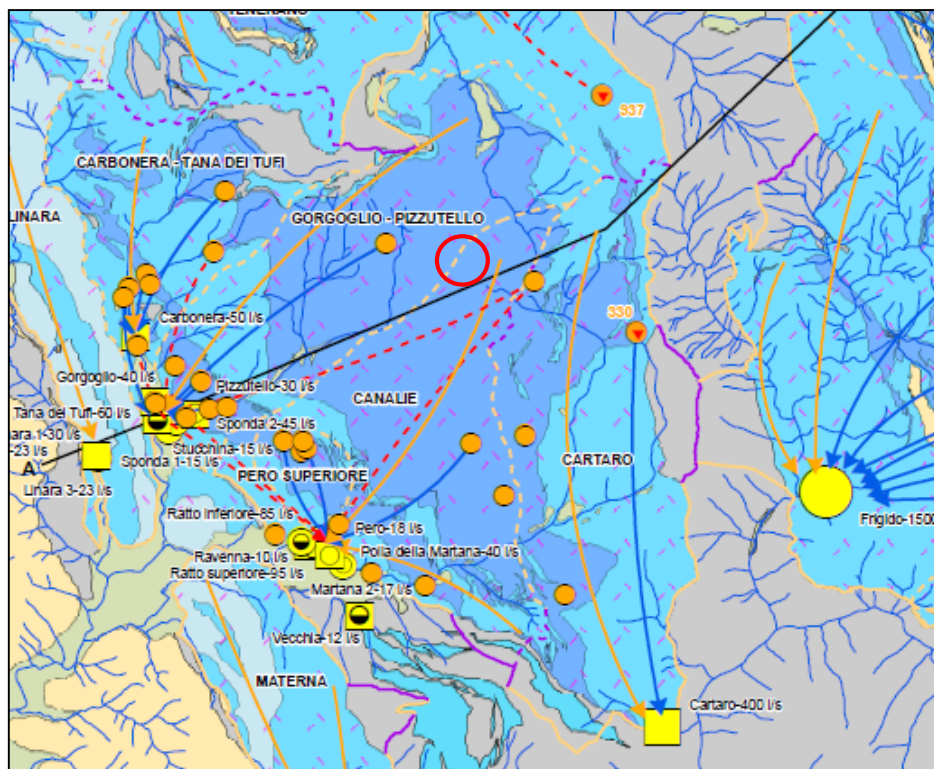


Fig. 7: Stralcio Carta delle aree di alimentazione dei Sistemi Idrogeologici – Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane.

Allegato 9a, Tav. A dello Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico significativo dell'acquifero carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d'Oltre Serchio e S. Maria del Giudice della Regione Toscana



Ubicazione cava 39

In particolare si ha che le acque che si infiltrano all'interno del serbatoio idrogeologico carrarese penetrano in profondità e defluiscono sul livello impermeabile delle Filladi Inferiori del Basamento Paleozoico:

- verso SW scaturendo a giorno quando incontrano il "tampone idrogeologico" delle Formazioni dell'Unità di Massa, originando, lungo il contatto tettonico, le sorgenti di Torano e delle Canalie, Fig. 7;
- verso S scaturendo a giorno quando incontrano il "tampone idrogeologico" rappresentato dal punto di contatto tra le Filladi dell'Unità di Massa e le Filladi Inferiori del Basamento Paleozoico costituente l'Anticlinale di Vinca, originando, nei pressi del contatto tettonico, la sorgente del Cartaro, Fig. 7.

In considerazione che la cava n. 39 Fossa degli Angeli si sviluppa in sotterraneo i piazzali non saranno aree di raccolta delle acque piovane perché non interessati sia da eventi meteorologici sia dallo stillicidio proveniente dal soffitto.

A tal proposito si allega il verbale redatto dal Settore Genio Civile Toscana Nord in cui si attesta dell'assenza del fenomeno.


REGIONE TOSCANA

Giunta Regionale

Direzione Difesa Suolo e Protezione Civile

Settore Genio Civile Toscana Nord

Sede di Massa

DERIVAZIONE DI ACQUE PUBBLICHE

(T.U. di Leggi n. 1775/33, Reg.to n. 1285/20 e D.L. 275/93)

OGGETTO: Ditta: Marmi Carrara - Lorano s.r.l. - Pratica: PC 1498/23-278. Domanda prot. n. 307197 del 27/06/2023, di nuova concessione per la derivazione di acqua pubblica ad uso promiscuo: produzione di beni e servizi e civile, dalla falda sotterranea nel comune di Carrara (MS), a servizio della cava Fossa degli Angeli n. 39.

VERBALE DI VISITA LOCALE DI ISTRUTTORIA

(art.13 del R.D. n. 1285/1920, e art. 8 del T.U. 1775/1933)

L'anno duemilaventitrè il giorno diciannove del mese di settembre,

PREMESSO CHE:

1. con domanda prot. n. 307197 del 27/06/2023, corredata degli atti necessari, il Sig. Rossi Mario in qualità di legale rappresentante della ditta Marmi Carrara - Lorano s.r.l. con sede in via Provinciale n. 158 nel Comune di Carrara (MS), ha presentato istanza per ottenere il rilascio della concessione per la derivazione d'acqua pubblica dalla falda sotterranea nel comune di Carrara (MS), a servizio della cava Fossa degli Angeli n. 39;
2. L'acqua è prelevata da una vasca di accumulo ubicata il località Tarnone nel comune di Carrara, nel terreno contraddistinto al N.C.T. con il mappale 224 del foglio 46, nella quale sono convogliate le acque emunte con un pozzo sito in località Canale (foglio 34, mappale 316), concessionato con la pratica PC 142/23-26 intestata alla Società Apuana Marmi s.r.l. Per l'utilizzo di tali opere di presa la ditta Marmi Carrara - Lorano s.r.l. ha allegato all'istanza di concessione il contratto di couso stipulato con la Società Apuana Marmi s.r.l.;
3. il quantitativo richiesto è di circa 3.000 mc/a corrispondenti alla portata media annua di 0,095 l/s ad uso promiscuo: produzione di beni e servizi e civile (segagione del materiale lapideo, raffreddamento macchinari per la lavorazione dello stesso, abbattimento polveri e servizi aziendali);
4. l'avviso relativo alla suddetta domanda è stato pubblicato sul B.U.R.T. n. 33 del 16/08/2023, all'albo pretorio del Comune di Carrara e sul sito web della Regione Toscana per la durata di 15 giorni consecutivi a decorrere dal 16/08/2023;
5. a tutt'oggi, nessuna domanda tecnicamente incompatibile con la derivazione in oggetto, è stata presentata per speciale e prevalente motivo di interesse pubblico;
6. avverso la derivazione richiesta, a tutt'oggi, non sono state presentate osservazioni e opposizioni scritte,
7. ai sensi del D.Lgs. n. 66 del 15/03/2010 (Codice dell'ordinamento militare) art. n. 333 e 334 e del DPR n. 90 del 15/03/2010 (T.U. delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare) art. n. 439, per la pratica di cui all'oggetto non è previsto il rilascio di parere da parte del Comando Militare
8. la visita locale di istruttoria veniva fissata per il giorno 19/09/2023 con ritrovo alle ore 09.30 presso la stazione del Tarnone;

TUTTO CIO' PREMESSO:


REGIONE TOSCANA

Giunta Regionale

Direzione Difesa Suolo e Protezione Civile

Settore Genio Civile Toscana Nord

Sede di Massa

- il giorno 19/09/2023, i sottoscritti D.ssa Carla Italia e D.ssa Francesca Rossi in servizio presso il Settore Genio Civile Toscana Nord - Sede di Massa Carrara, per incarico avuto dal proprio Dirigente, nel giorno e nell'ora stabiliti dall'avviso predetto, si sono trovati nella località fissata e hanno proceduto alla visita dei luoghi dove è ubicata la derivazione; *entro l'ambito dell'opera di presa*

Alla visita sono intervenuti i Signori:

GSD. C. ARMANDO TURBA in qualità di tecnico incaricato
GSD. LUIGIA SACCHETTI " " " " "
Inq. GIACOMO DEL NERO in qualità di direttore responsabile con

E' RISULTATO CHE:

- ☒ le condizioni locali corrispondono in linea di massima, a quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati all'istanza della Ditta;
- ☒ le caratteristiche dell'opera di presa corrispondono a quelle descritte nella relazione tecnica agli atti;
- ☐ il contatore ~~non~~ è installato;
- ☒ non sono presenti altre opere di presa;
- ☐ sono state proposte le osservazioni riportate nelle schede allegate in n. ____ e costituenti parte integrante del presente verbale;
- ☐ non sono state fatte osservazioni;
- ☐ altro:

Nessuna eccetto i rilevanti n° è pervenuto al capellaccio che ha inizio alle ore 11.30. È stato osservato l'impianto che distribuisce le acque meccaniche raccolte nella bolla all'interno della cava, ai fini di lavorazione della cava che si svolge in sotterraneo. Per la presa di gestione della presa di lavorazione, si fa riferimento all'ultima di acqua di Montecarlo, è stato verificato che le caratteristiche di acqua che giungono all'interno delle polveri e in realtà lavorabili; perciò la ditta provvederà ad adeguare e rettificare le lavorazioni.

È stato verificato il subalbio dove sono ^{morale} ~~presenti~~ la presa proveniente dalla presa di raccolta delle acque potabili e dove avviene la filtrazione: provenienti dalla stazione del Tevere, lo stesso sarà integrato con ulteriori subalbi per raggiungere la capacità prevista. In tali casi sono previsti

A T M R S


REGIONE TOSCANA

Giunta Regionale

Direzione Difesa Suolo e Protezione Civile

Settore Genio Civile Toscana Nord

Sede di Massa

Il Condotto in abito formale, al termine del lavoro di
 gestione delle acque.
 Il sopralluogo termina alle 12.30

Affinché consti quanto sopra, è stato redatto il presente verbale che viene letto e sottoscritto per approvazione da tutti gli interessati.

I COMPARENTI

 D.ssa Carla Italia *Carla Italia*

 D.ssa Francesca Rossi *FRANCESCO*

Geol. C. ALBERTO TURBA

Geol. ILARIA SALVADORI

Ing. GIACOMO DEL NERO

Visto:
 IL FUNZIONARIO E.O. DEL SETTORE
 (Geol. Giorgio Mazzanti)

Le uniche acque interne alla cava sono quelle di lavorazione che vengono raccolte, tramite punto di presa circoscritto da cordoli impermeabili, a piè di taglio e inviate all'impianto di depurazione a sacchi filtranti, per poi essere ridistribuite in cava.

L'eventuale rilevamento di una frattura anche leggermente aperta è subito sigillata, rendendola impermeabile.

Il deficit idrico che si può manifestare è supplito raccogliendo e depurando le acque meteoriche che si accumulano all'interno dei cordoli impermeabili che circondano le aree di temporaneo accumulo detrito AB2, q. 404.00m s.l.m., e AD2, q. 425.80m s.l.m., ubicate a cielo aperto rimanendo esterne al cantiere; od in alternativa integrando con le acque prelevate da Mortarola, come da pratica SIDIT n. 9807/2023.

In considerazione delle osservazioni fatte in campagna e della loro elebarozione si può ritenere che non ci sia infiltrazione sui piazzali di cava.

Un'ulteriore conferma della profondità della falda la si deduce dall'assenza di emergenze significative nel fondovalle ed in particolare in località "La Piastra", dove affiora la Formazione del Calcare Selcifero, nucleo della Sinclinale di Carrara: Il litotipo possiede un minor grado di permeabilità rispetto alle formazioni dei Marmi S.S. e dei Grezzoni, per cui se la falda non fosse profonda si dovrebbero ottenere delle emergenze presso il contatto Calcare Selcifero/Marmi. Infatti se delle acque sotterranee affluiscono da un litotipo a maggiore permeabilità verso uno con minore permeabilità, il livello idrico tende ad alzarsi come conseguenza della minore velocità di deflusso sotterranea.

.

Reticolo idrografico locale

Nel complesso il reticolo idrografico locale del Bacino Torano rimane poco sviluppato, in quanto costituito da un fosso di fondovalle e da alcuni "affluenti" secondari.

Tutto il reticolo è composto da incisioni pressoché rettilinee, poco incassate nella roccia, dove l'assenza dei deflussi superficiali e la scarsa incisione sono indizi di elevato grado di drenaggio del substrato, che unitamente all'assenza di sorgenti nelle aree depresse dei contatti idro-formazionali, in particolare lungo il contatto Calcare Selcifero-Marmo del fianco diritto della Sinclinale di Carrara, e al non affioramento di un substrato impermeabile confermano una circolazione idrica sotterranea profonda all'interno della Struttura Geologica.

Anche nel locale Fosso di Lorano e nel minore Fosso dell'Uccelliera i deflussi sono sempre assenti, rimanendo concentrati solo durante eventi piovosi particolarmente intensi. Sulla base di quanto sopra asserito, si può affermare che la coltivazione dell'unità estrattiva non influisce sull'andamento della falda e che tale situazione idrogeologica non subirà alcuna modifica con il procedere dei lavori di coltivazione come da progetto.

LOCALIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELLA CAVA N. 39

L'unità estrattiva è sita nel fianco diritto della Sinclinale Carrara, in zona esterna e lontana rispetto alle "Aree di tutela delle sorgenti e dei pozzi captati per uso potabile" e regolamentate nell'Art. 27 PABE, zonazioni da Cartografia Tematica di PABE:

- "F_Disciplina_dei_suoli_delle_attività_estrattive_e_degli_inse diamenti".

A tal fine si allega lo stralcio del "Quadro Propositivo di dettaglio" della Scheda:

- "all_h_num_cava_39_Fossa degli Angeli", a sua volta parte integrante dell'"Allegato_A_Schede_Sintetiche_H1", Fig. 8.

ORIENTAZIONE FRONTI, CAMERE, TRACCIAMENTI

Di seguito si riporta l'orientazione dei fronti nelle condizioni attuali e di progetto per i cantieri della Cava n.39 FOSSA DEGLI ANGELI.

CANTIERE SOTTERRANEO	CONTORNO VUOTI 5.5-18.0m	N 135 subverticale
		N 45 subverticale esp. NE
	FRONTI 5.0-6.5 m	N 135 subverticale esp. SW
		N 135 subverticale esp. NE
		N 45 subverticale esp. NW
		N 45 subverticale esp. SE

GIACIMENTOLOGIA

In considerazione della ridotta escavazione che è stata intrapresa all'interno della cava al fine di caratterizzare l'ammasso roccioso esistente si è ritenuto di utilizzare i risultati dell'indagine geologico-strutturale intrapresa dal Dott. Geol. Alberto CATTANI.

La proiezione delle fratture rilevate dall'Autore all'interno del cantiere ha consentito la redazione delle proiezioni stereografiche elencate nelle sottostanti figure:

- Fig. 8, rappresentazione su diagramma polare dei poli e dei piani rappresentativi dei sistemi di discontinuità rilevati;
- Fig. 9, rappresentazione su diagramma polare dei soli poli delle discontinuità rilevate;
- Fig. 10, rappresentazione su diagramma polare delle densità e dei piani rappresentativi dei sistemi di discontinuità rilevati;
- Fig. 11, rappresentazione su diagramma polare delle densità dei sistemi di discontinuità rilevati

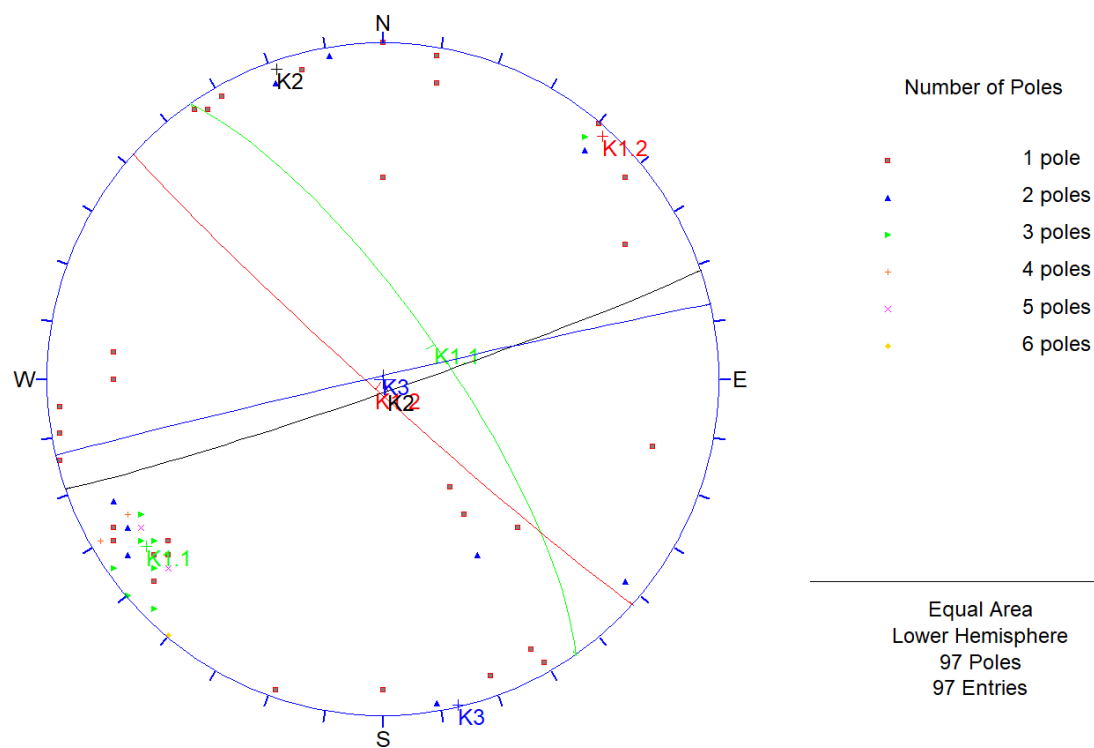


Fig. 8 – proiezione stereografica su diagramma polare dei piani e poli delle discontinuità rilevate

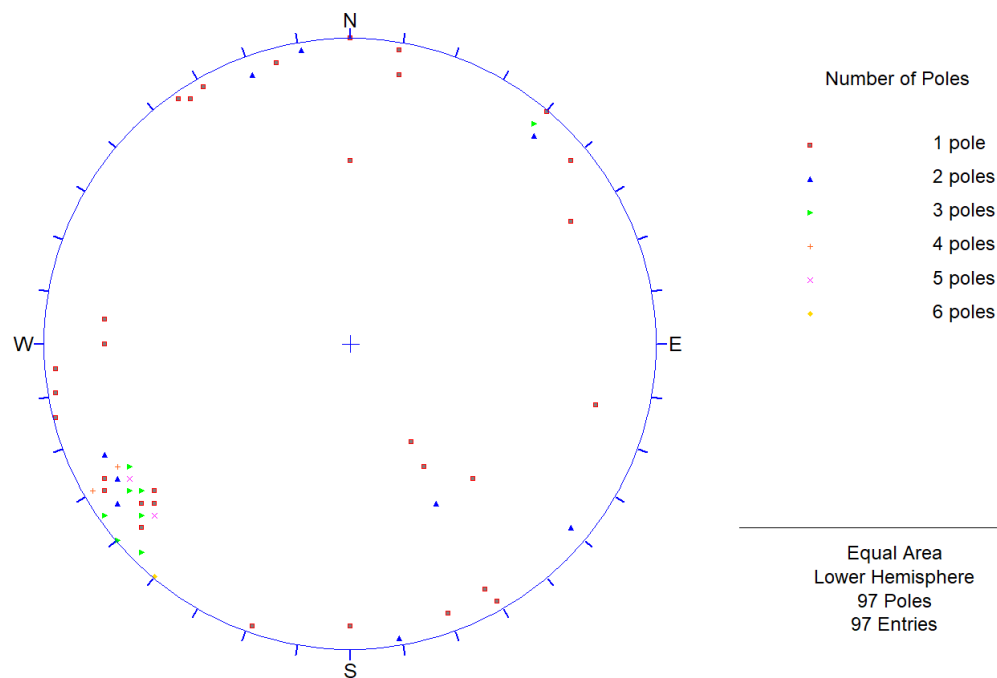


Fig. 9 – proiezione stereografica su diagramma polare dei poli delle discontinuità rilevate

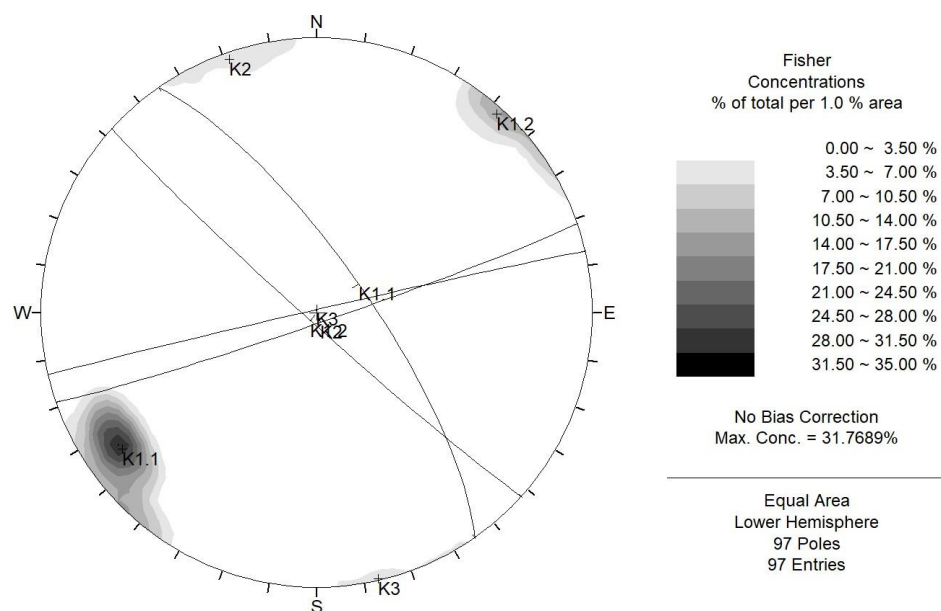


Fig. 10 – proiezione stereografica su diagramma polare delle densità dei sistemi di discontinuità rilevati

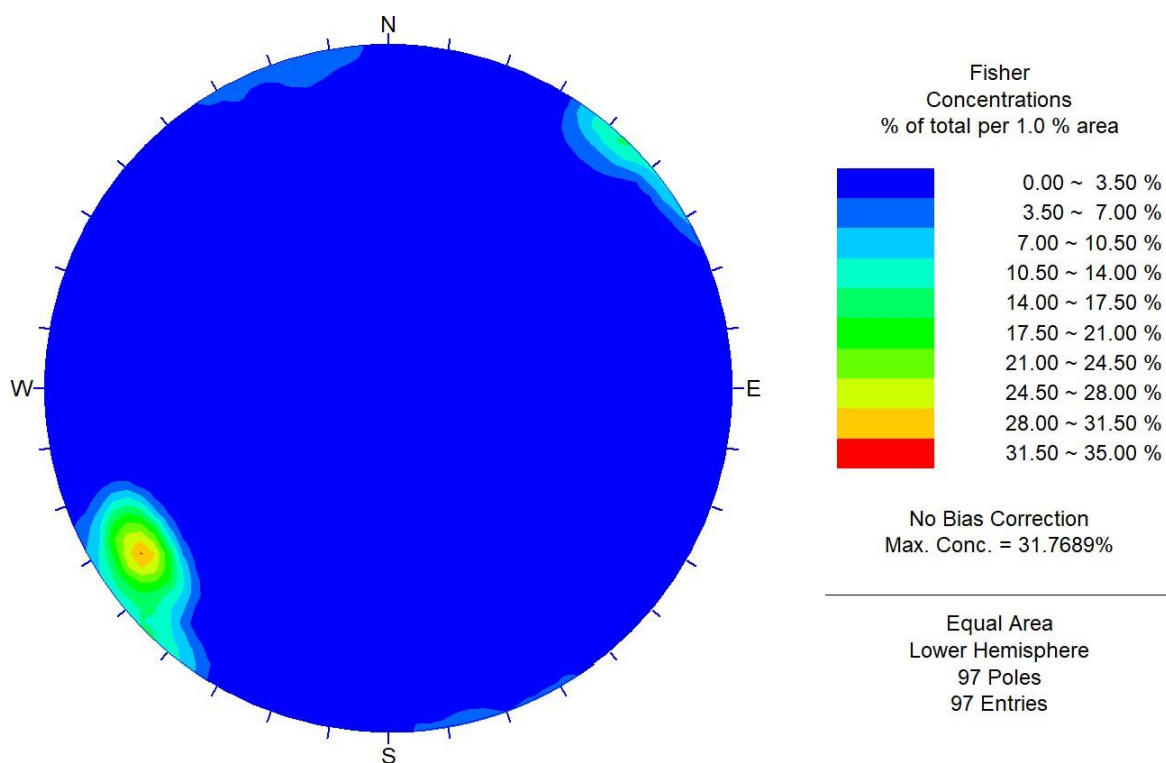


Fig. 11 – proiezione stereografica su diagramma polare delle densità dei sistemi di discontinuità rilevati

Dai rilievi effettuati l'Autore ha ottenuto informazioni relative alle fratture le cui caratteristiche, suddivise per raggruppamenti medi, sono di seguito descritte.

FAMIGLIA K1.1

Questa famiglia è formata dalle fratture principali si ritrovano con maggior frequenza in cava, nel sotterraneo, con piani a immersione media 50° ed inclinazione da 70° alla verticalità.

Le fratture descritte presentano superficie planare, sono abbastanza chiuse, in genere prive di materiale di riempimento, con indice di scabrosità (JRC) =6, presentano in generale una estensione del 100%.

In alcune parti della cava sono molto ravvicinate e formano "finimenti", indicati sulla carta delle fratture. Negli allineamenti eseguiti in cava la spaziatura delle fratture citate è molto variabile, passando da pochi decimetri, in corrispondenza delle fasce di "finimento", fino a valori di due metri.

FAMIGLIA K1-2

Una seconda famiglia K1.2 presenta fratture con direzione simile alle precedenti, immersione media 220° con inclinazioni da 75° alla verticalità. Esse hanno generalmente superfici planari, estensione del 100%, aperte e in alcuni casi con, soprattutto in corrispondenza delle zone di "finimento", con un indice di scabrosità (JRC) di 6.

Le due famiglie di giunti descritte hanno la stessa direzione, pur cambiando l'immersione, per cui possono essere considerate anche appartenenti allo stesso sistema, che ha assunto una inclinazione maggiore fino a ribaltarsi, pur mantenendo la medesima direzione.

Le fratture K1.2 sono poco frequenti nel sotterraneo, poche sono visibili nella zona dell'entrata 1, ma sono state rilevate nelle parti esterne della cava a cielo aperto.

FAMIGLIA K2

Una seconda famiglia K2, presenta fratture con immersione media 160° con inclinazioni media 75° . Anche queste sono rappresentate da poche fratture nel sotterraneo.

FAMIGLIA K3

La famiglia K 3, presenta rare fratture con immersione media 320° , con inclinazione media 70° .

La maggior parte delle fratture K3 hanno una persistenza limitata a pochi decimetri e generalmente si chiudono sui giunti K1.1 posti lateralmente ad esse

Assieme alle fratture sopra descritte appaiono in galleria altre rare fratture con immersione 90-95°, inclinazione 70°, associabili alle K1-1 e altre singole fratture con immersione 285° e inclinazione 70°, associabili alle K1-2.

Alcune rare fratture presentano immersione 330° e inclinazione 30°.

Dall'analisi effettuata è emerso che lungo il sotterraneo le fratture presenti con maggior frequenza sono quelle della famiglia K1.1.

La caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso marmoreo in esame è stata ottenuta attraverso l'applicazione della classificazione RMR-System (BIENIAWSKI 1989).

<i>Raggruppamento medio</i>	<i>Imm. media</i>	<i>Incl. media</i>	
K1.1	49°	74°	
K1.2	220°	79°	
K2	159°	74°	
K3	316°	68°	

Essa si basa sui valori assunti dall'indice di qualità della roccia RMR, correlato dai seguenti parametri dell'ammasso:

- Resistenza a compressione monoassiale della roccia
- Indice RQD
- Spaziatura dei giunti
- Condizioni dei giunti (alterazione delle pareti, scabrezza, apertura e materiale di riempimento);
- Condizioni idrauliche

Ciascuno di tali parametri è stato valutato quantitativamente sul terreno e ad essi è stato attribuito il relativo indice numerico.

Per quanto riguarda la resistenza a compressione monoassiale della roccia è stato preso in considerazione il valore, già ampiamente noto dalla bibliografia specifica, di 1280 Kg/cm².

L'indice RQD, non avendo effettuato carotaggi specifici, è stato determinato considerando la spaziatura con la nota formula:

$$RQD\% = 115 - 3.3 J_v$$

con J_v = numero totale di giunti per m³.

Analizzando i dati rilevati in campagna, si può calcolare un RQD% pari a 75-90%.

La spaziatura dei giunti, come si può verificare dalle tabelle allegate, è molto variabile anche all'interno della stessa famiglia;

si può comunque definire un range di variazione compreso tra 1 e 2 metri.

Anche per quanto riguarda le condizioni dei giunti c'è una discreta variabilità dei vari fattori. Comunque in generale le fratture hanno un'elevata persistenza, sono generalmente chiuse o poco aperte, hanno superfici rugose, il riempimento è quasi sempre assente ed in generale risultano asciutte o debolmente umide.

Ovviamente queste considerazioni non hanno un riscontro perfetto nelle zone di finimento, in cui sia la presenza di riempimento, che l'apertura e la circolazione idrica sono decisamente maggiori.

Ad ognuno di questi parametri viene associato un indice.

La classificazione è stata eseguita mediante il programma OMNIA IS GEOROCCE, inserendo i valori minimi dei dati richiesti.

Relazione sulla classificazione mediante l'indice **RMR '89, Bieniawski (1989)**

Le scelte sono elencate e riassunte nei punti seguenti:

- 1) P1 (Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta): 9.4 (da una $\sigma_c = 100$ MPa)
- 2) P2 (Indice di recupero percentuale modificato RQD (RockQualityDesignation): 15.7 (da un RQD = 80 %)
- 3) P3 (Spaziatura delle discontinuità): 17.4 (da una Spaziatura = 1.5 m)
- 4) P4 (Condizioni delle discontinuità): 21
 - a) v1 (- persistenza : < 20 m) : 0
 - b) v2 (- apertura : 0.1 ÷ 1 mm) : 4
 - c) v3 (- rugosità : Rugosa) : 5
 - d) v4 (- alterazione : Non alterate) : 6
 - e) v5 (- riempimento: Assente) : 6
- 5) P5 (Venute d'acqua): nessuna, corrispondente al parametro 15
- 6) P6 (Effetti della giacitura delle discontinuità rispetto alla direzione di scavo): favorevole e Gallerie come tipologia opera, corrispondente al parametro -2

e si è pervenuto ad un indice **RMRC** pari a: 78 rispondente a una qualità dell'ammasso roccioso **BUONA**

DEFINIZIONE DELLA PERCENTUALE DI RESA

Per la stima della resa del 25% utilizzata nel progetto si è tenuto in considerazione quanto riportato:

-al comma 3 dell'art. 13 del PRC, dove si prevede "Il comune attraverso i piani attuativi di bacino ...omissis..... può prevedere percentuali minime di resa diversificate per gli ambiti estrattivi del territorio oggetto di piano attuativo, comprese tra il 25% ed il 30%";

nello "Studio Geologico-Strutturale dei giacimenti marmiferi carraresi finalizzato alla definizione delle percentuali minime di resa-Pabe scheda 15 PIT" commissionato dal Comune di Carrara al Dott. Geol. Alessandro CORTOPASSI, che ha permesso di definire degli ambiti estrattivi a differente valore di resa produttiva, ben riassunta nel sottostante stralcio della figura estratta dallo studio; da cui risulta che la cava n. 133 Tacca ricade negli ambiti estrattivi omogenei con rese <30%;

-nello studio "Indicazioni per la classificazione dei derivati di estrazione e dei rifiuti prodotti nella coltivazione delle cave nel distretto Apuo-Versiliese" condotto da ARPAT sulla base di forniti dalle Regione Toscana e relativi alle pese gestite dai Comuni è risultato una resa del 23.16% per il materiale da taglio.

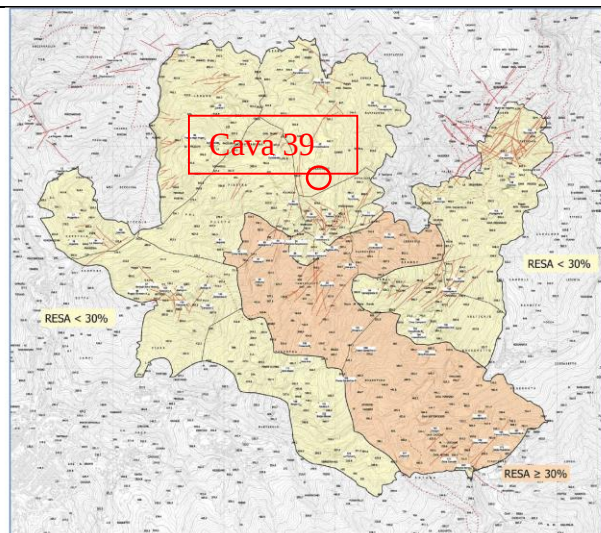


Fig. 148: carta degli ambiti estrattivi omogenei con indicazioni dei quantitativi minimi di resa.

Carrara 13.10.2025

Il Geologo

Dott. Fiorenzo DUMAS



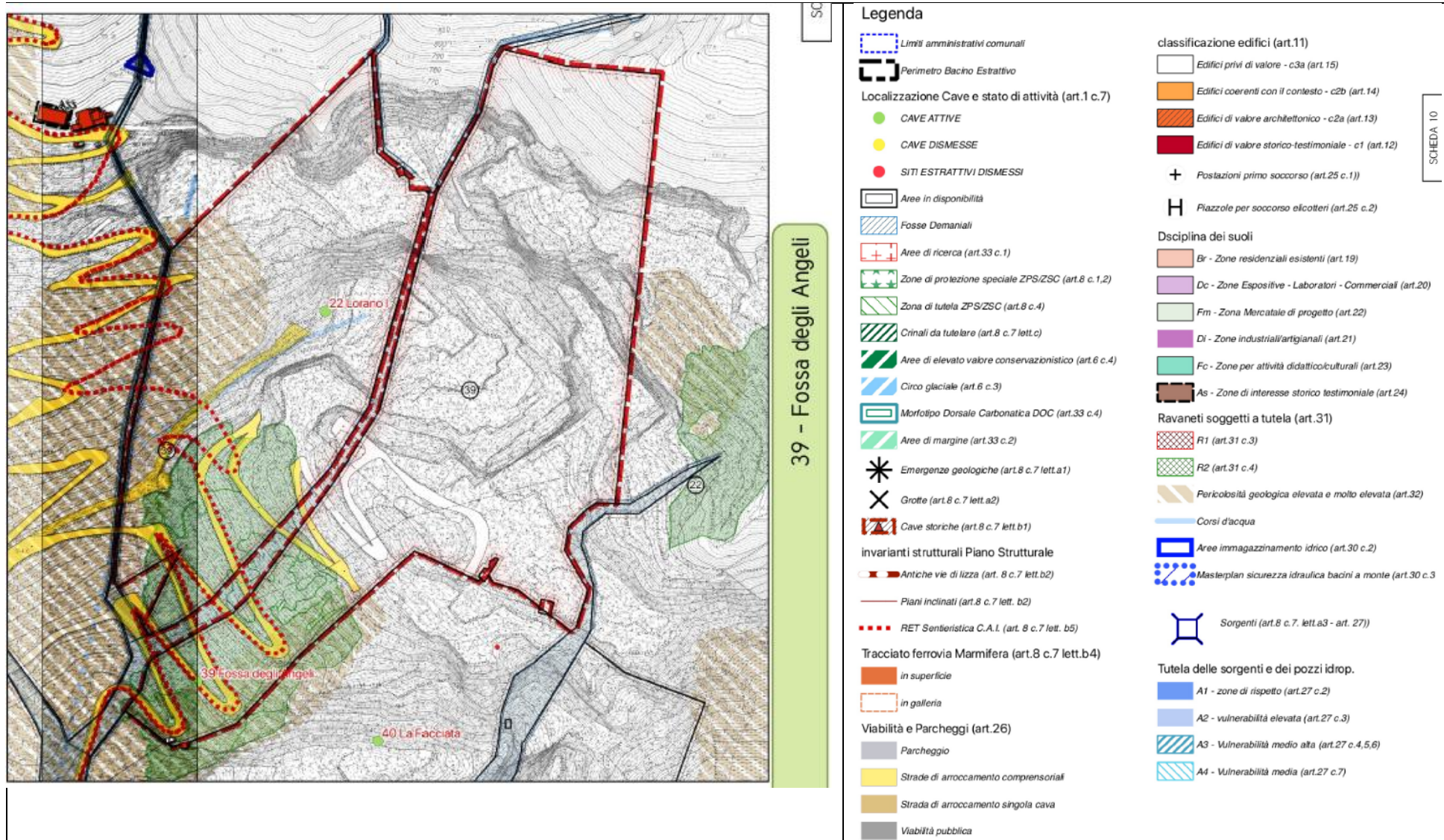


Fig. 8 Stralcio non in scala del "Quadro conoscitivo di dettaglio scheda cava n. 39 Fossa degli Angeli"

