COMUNE DI MONTOGGIO
CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA
REGIONE LIGURIA

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE DI AUTORIZZAZIONE PER PASSO CARRABILE A SERVIZIO DI ATTIVITÀ PRODUTTIVA ALLA PROGRESSIVA 10 + 930 DELLA S.P. 13 DI "CRETO" IN LOCALITÀ TRE FONTANE

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

COMMITTENTE	**TRE FONTANE SRL**
TECNICO	**DOTT. GEOLOGO LUCA PIAGGI**

Firmato digitalmente da

LUCA PIAGGI

SerialNumber = TINIT-PGGLCU81P05E463S
C = IT



Data	**02/02/25**
Versione	**1,0**

STUDIO GEOLOGICO PIAGGI	
Indirizzo	Via Genova 442, La Spezia (19123)
Cellulare	(+39) 3299710732
E-mail	lucapiaggi@gmail.com
PEC	lucapiaggi@pec.epap.it

INDICE

1. Premessa;
2. Normativa di riferimento;
3. Geografia, geologia e geomorfologia;
4. Caratteristiche idrogeologiche e carsismo;
5. Rilievo strutturale e geomeccanico;
6. Stima dei parametri meccanici dell'ammasso roccioso;
7. Calcolo dei parametri di progetto;
8. Vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento e azioni;
9. Note sismiche;
10. Verifiche di stabilità;
11. Conclusioni;
12. Bibliografia;
13. Allegati;

1-PREMESSA

Su incarico della ditta Tre fontane Srl, si è provveduto a redigere la presente relazione geologico e sismica relativa al progetto di richiesta di autorizzazione di autorizzazione per passo carrabile a servizio di attività produttiva alla progressiva 10 + 930 della S.P. 13 di "Creto" in località Tre Fontane.

Le opere in progetto prevedono la rimodulazione della strada di accesso della strada di cava, sia nell'ingresso, che lungo la viabilità interna di cava, che viene ampliata, tramite una gradonatura.

2-NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La verifica della compatibilità dell'opera in rapporto alle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni viene eseguita secondo quanto previsto dalle vigenti normative e disposizioni di Legge:

- Decreto ministeriale NTC 2018, Testo Unitario – Norme tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circ. 2 febbraio 2009;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998), Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture; Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stes. fin. 2003);
- Eurocodice 7,1 (1997), Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali – UNI;
- Eurocodice 7,2 (2002), Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002) – UNI;
- Eurocodice 7,3 (2002), Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove in sito (2002) – UNI;
- O.P.C.M. n. 3519/2006 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche per l'aggiornamento e degli elenchi delle medesime zone) (già OPCM 3274/2003);
- Legge Regionale n°4 del 22/01/1999;
- D.G.R. n. 530 del 16/05/2003 ("Individuazione, formazione ...);
- D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 ("Nuova classificazione sismica del territorio R.L.);
- L.R. 14/1990 "Tutela e valorizzazione del patrimonio speleologico";
- DGR 141 del 15/2/2008 "Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse;
- DGR 141 del 05/02/2010 Approvazione modifiche alle "Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse, di cui alla DGR N°141/2008";
- Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 117, Attuazione della direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie e che modifica la direttiva 2004/35/CE;
- L.R. 12/2012 Testo unico sulla disciplina dell'attività estrattiva.

3-GEOGRAFIA, GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

3.1 Inquadramento geografico e morfologico

Il baricentro della cava ha coordinate GAUSS-BOAGA 4983021,18 NORD ; 1637763,37 EST e inquadramento geografico 9°01'29" EST ; 44°30'00" NORD La cava "TRE FONTANE" è situata a mezza costa sulle pendici sud-orientali del M. Sonetto, nel versante orografico sinistro del torrente Laitona, affluente del Torrente Scrivia, in Loc. "Tre Fontane" e dista circa 1,5 km da Montoggio.

La posizione della cava è compresa tra la strada che unisce Tre Fontane alla S.S. 226 e la strada comunale Bargagliotti – Tre Fontane. Il complesso estrattivo ha una quota altimetrica compresa fra i 450 m. ed i 650 m. sul livello del mare.
L'accesso alla cava avviene con strada carrabile con la quale si raggiunge il piazzale di servizio, situato a quote 495 m. circa.

La cava è delimitata a Nord da terreni non antropizzati; ad Est dalla pista di arroccamento e quindi da una incisione valliva; a Sud dai vecchi fabbricati di servizio e ad Ovest da versanti non antropizzati.

La morfologia del paesaggio nel quale la cava si inserisce è rappresentata dalla Valle del torrente Laitona, affluente di sinistra dello Scrivia, ambito territoriale n° 57 Alta Valle Scrivia del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico.
L'ambiente è il tipico ambiente collinare dell'entroterra ligure caratterizzato da antichi nuclei abitativi e da insediamenti sparsi legati alla conduzione delle fasce terrazzate.
Nella porzione di territorio interessata dalla cava si evidenzia la presenza di edifici industriali a suo tempo legati alle attività estrattive ed alla produzione di calce e cemento.

La casa di civile abitazione più vicina è posta a valle della cava a circa 200 m. in direzione sud-est, lungo la strada provinciale per Montoggio.
I centri abitati più vicini si trovano: la Loc. Campovecchio è posta a circa 500 m. in direzione ovest, mentre la Loc. Tre Fontane è situata a circa 600 m. in direzione nord-est.

La cava risulta visibile, in pratica, solamente dal versante opposto della valle del torrente Laitona ove non sono presenti significativi centri abitati.

3.2 Inquadramento geologico e tettonico

Geologicamente il territorio del Comune di Montoggio ha caratteristiche del tutto peculiari in quanto è stato da sempre considerato come area di transizione tra la catena Alpina e quella Appenninica, comprendendo unità delle Alpi Liguri che sono state dapprima coinvolte nell'evoluzione alpina a livelli più o meno profondi e che successivamente sono state interessate da una tettonica attribuibile all'evoluzione appenninica.

Le Alpi Liguri costituiscono la terminazione meridionale delle Alpi Occidentali e sono costituite da un impilamento complesso di unità tettoniche le cui caratteristiche litostratigrafiche e strutturali riflettono l'evoluzione geodinamica di questo settore di catena. Tale evoluzione inizia con le fasi di rifting e di spreading triassico-giurassiche che determinano l'individuazione del bacino oceanico Ligure-Piemontese, impostatosi tra i margini continentali assottigliati delle placche europea ed apula.

A partire dal Cretaceo, l'inversione dei movimenti relativi determinano la convergenza dei margini e la subduzione di litosfera oceanica, fino alla chiusura del bacino Ligure-Piemontese e successivamente la collisione continentale e l'esumazione delle unità subdotte. Le Alpi Liguri sono quindi caratterizzate dalla sovrapposizione di unità di crosta oceanica e di mantello, rappresentate dall'Unità Figogna, Palmaro - Caffarella, Cravasco - Voltaggio e

Voltri, caratterizzate da un diverso gradiente metamorfico. La similitudine nell'evoluzione tettono-metamorfica indica che a dette unità è stata precocemente associata l'Unità Gazzo – Isoverde, le cui caratteristiche litologiche suggeriscono una derivazione da margine continentale. Queste unità sono state esumate e accavallate le une sulle altre e sull'avampaese europeo. Le unità costituite da flysch che affiorano nella parte orientale del territorio comunale (Unità Antola, Unità Ronco, Unità Montanesi e Unità Mignanego) sono non metamorfiche o di basso grado metamorfico, il che indica che durante l'orogenesi alpina sono rimaste sempre a livelli strutturali piuttosto superficiali.

Queste unità sono a loro volta accavallate sulle unità di grado metamorfico più elevato. Questo complesso impilamento di unità è ricoperto in discordanza dai depositi del Bacino Terziario Piemontese, una successione sedimentaria tardo eocenica-oligocenica che all'interno del territorio comunale affiora nell'immediato entroterra di Prà.

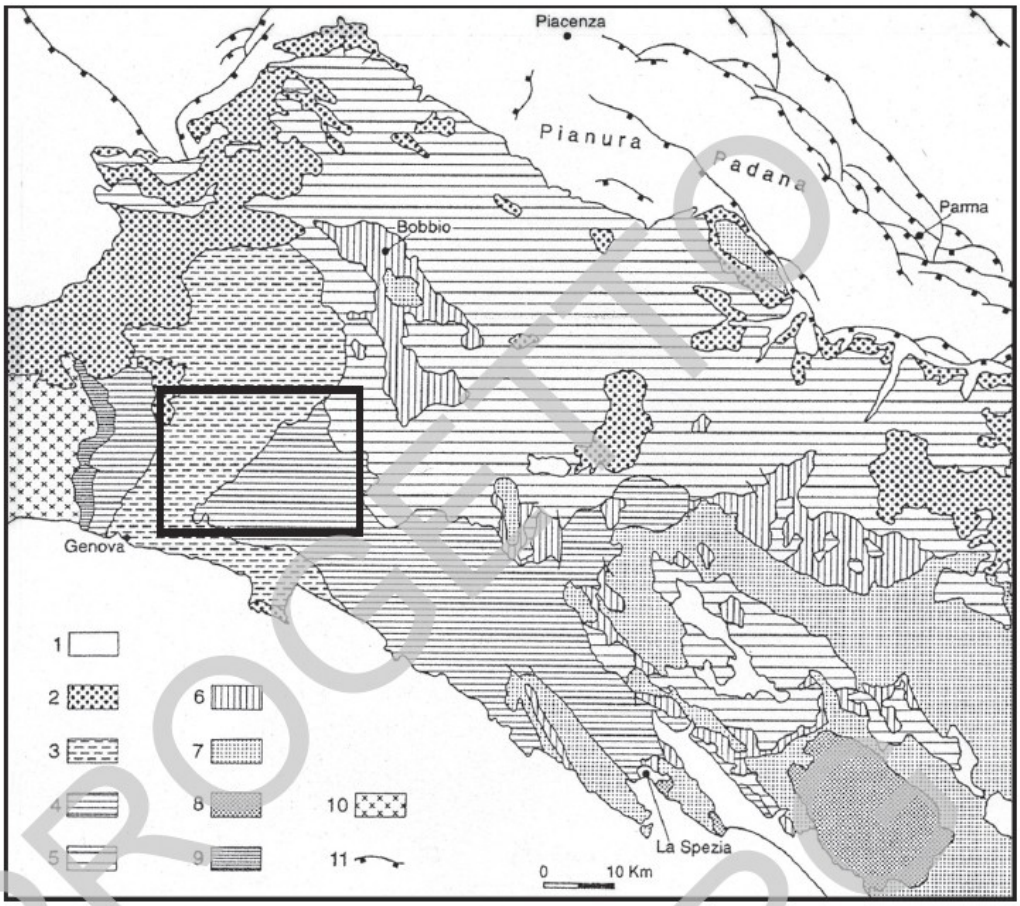
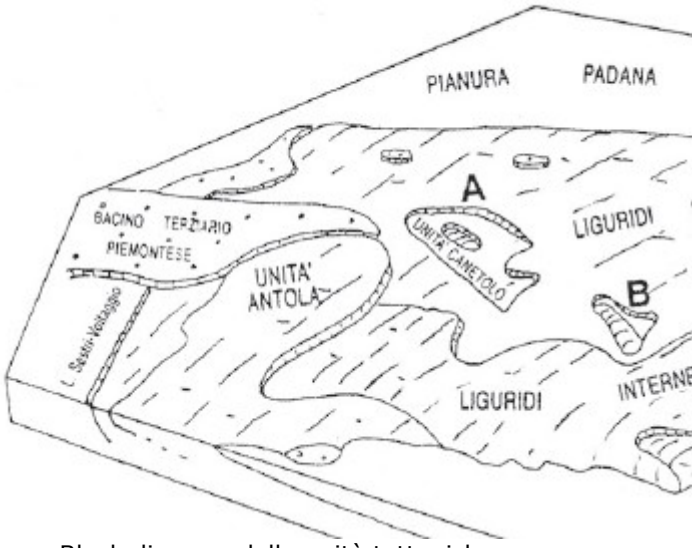


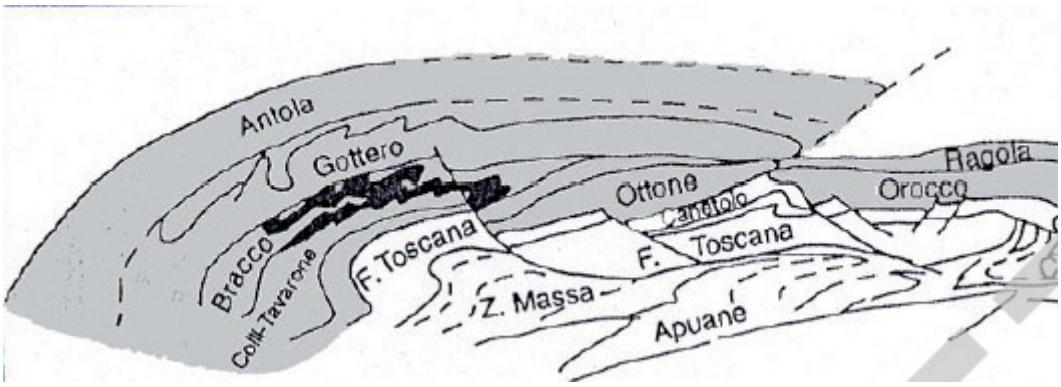
Fig. 1 - *Schema tettonico dell'Appennino Settentrionale. 1- Depositi Plio-Quaternari; 2- Successione Epiligure e Successione del Bacino Terziario Piemontese; 3- Unità Antola; 4- Unità Liguri Interne; 5- Unità Liguri Esterne; 6- Unità Subliguri; 7- Unità Toscane; 8- Complesso Metamorfico Apuano; 9- Unità della Zona Sestri-Voltaggio; 10- Unità del Gruppo di Voltri; 11- Principali sovrascorrimenti sepolti. Il riquadro indica l'area del Foglio 214 "Bargagli)*

Nella zona di indagine affiora esclusivamente l'Unita Antola, che si estende dal Mare sino alla altezza della finestra tettonica di Bobbio.

PROGETTO



Block diagram delle unità tettoniche



Sezione schematica dell'appennino settentrionale

Il Parco Naturale Regionale dell'Antola si sviluppa su un'area contraddistinta dalla presenza di un substrato prevalentemente calcareo-marnoso e, nella porzione occidentale, conglomeratico; entrambe le litologie, insieme agli eventi tettonici che le hanno interessate, inducono un'impronta netta e distinta sull'assetto morfologico e, dunque, sul paesaggio.
La struttura geologica dominante nell'area del Parco è la formazione dei Calcari di Monte Antola (Figura 17), costituita da depositi torbiditici calcareo-marnosi (flysch); presenta sviluppo ad andamento NE-SO dall'area genovese fino al termine settentrionale dell'Appennino ligure centrale. Il complesso di base di tale formazione è costituito dalla formazione delle Argilliti di Montoggio che affiorano nella parte più meridionale dell'area vasta di indagine, mentre la formazione dei Conglomerati di Savignone, di età più recente, fanno capo alle unità del Bacino Terziario Piemontese, come i Conglomerati di Portofino. La porzione orientale dell'area di indagine è costituita dalla formazione di Ronco.
L'assetto tettonico dell'area è dominato dal sovrascorrimento della falda del Monte Antola su quella del Monte Gottero, avvenuta nel corso dell'orogenesi alpina, mentre il contatto con i

conglomerati risulta in discontinuità a causa di una lacuna stratigrafica.

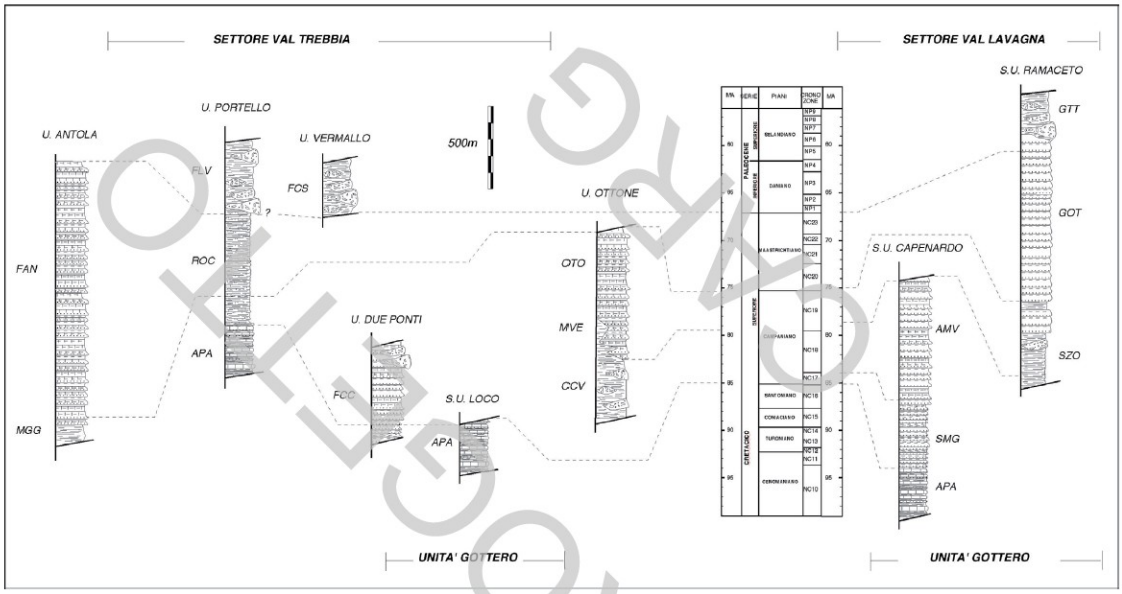


Fig. Schema stratigrafico delle Unità tettoniche Liguri

Nel seguito si riportano i caratteri descrittivi delle formazioni che costituiscono il substrato.
- *Argilliti di Montoggio*
Le Argilliti di Montoggio presentano una colorazione rosso scuro o verdastro e una struttura sovraconsolidata e minutamente scagliettata, a causa dell'intensa tettonizzazione cui sono state sottoposte. La loro età è databile al Cenomaniano sup.- Campaniano inf. (Cretaceo sup.) grazie al rinvenimento fossilifero di nanoplancton calcareo.
In affioramento si presentano in strati da centimetrici a decimetrici e, al tetto della formazione, si presentano con caratteri policromi.
La loro maggiore duttilità rispetto ai calcari marnosi, dei quali rappresentano il livello di base, ha determinato una diversa risposta all'attività tettonica cui sono state esposte; per tale ragione in affioramento, vicino al contatto stratigrafico, si presentano sovente con piani di taglio a diffusa ricristallizzazione a calcite.

- *Calcari di Monte Antola*
I Calcari di Monte Antola, di età compresa tra il Campaniano inf. ed il Maastrichiano inf. (Cretaceo sup.), sono costituiti da marne, di colorazione chiara, e arenarie e argilliti di colorazione scura, depositate in ambiente torbiditico.

Gli affioramenti si presentano con alternanze di potenti strati di marne con interposti ridotti strati arenaceo - argillosi. Le complesse vicende di natura tettonica che hanno interessato la formazione sono facilmente riscontrabili nei molti affioramenti presenti nell'area: in alcune zone si trovano gli strati con giacitura sub-orizzontale, in altri inclinata e in altri ancora sub-verticale. Frequenti sono le deformazioni duttili (pieghe) riconoscibili facilmente nelle bancate calcareo-marnose dalla scala metrica a quella chilometrica.
I calcari marnosi presentano struttura massiccia, con spessori che vanno dal decimetro al decametro, alternati a sottili strati arenacei-argillosi; la rigidità propria dei calcari marnosi ha causato la loro fessurazione nel corso degli eventi deformativi cui la formazione è stata sottoposta.

Sulle superfici degli strati marnosi sono frequentemente riconoscibili tracce fossili

meandriformi (Helminthoidea labyrinthica), prodotte da organismi limivori che vivevano nei fondali marini sulla superficie di interfaccia tra il sedimento e l'acqua (Figura 18). La frequente presenza di queste tracce fossili ha portato ad attribuire alle successioni di questo tipo il nome generico di flysch ad elmintoidi. In alcuni affioramenti si possono riconoscere anche altre tracce fossili con struttura cunicolare arborescente (Chondrites).

La genesi dei Flysch dell'Antola è associata alle fasi iniziali del processo di convergenza che ha portato alla formazione della catena alpina. Nel corso della strutturazione della catena alpina e appenninica i flysch sono stati coinvolti in più fasi deformative.



Foto: Affioramento di calcari di monte Antola con evidenti tracce di Helmontoidea labyrinthica.

4-CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E CARSISMO

I territori che costituiscono il bacino in oggetto sono quasi totalmente poco permeabili con meccanismi di drenaggio sottosuperficiale molto diversificati: in particolare si evidenzia la permeabilità per debole carsismo e fratturazione del Monte Antola, nonché quella per porosità dei materiali sciolti di copertura, siano essi naturali o di riporto.

Tenuto conto di quanto sopra non vi sono falde acquifere nei livelli superficiali raggiunti dalla cava e la circolazione idrica è veloce ed è di tipo anisotropo e condizionata, oltre che dal drenaggio operato dalle fratture, dagli eventuali fenomeni carsici, dai livelli o interstrati marnosi - argillosi presenti nelle formazioni affioranti.

Per quanto riguarda il carsismo nell'areale non sono presenti grotte nelle vicinanze del sito di cava e le prime censite si trovano parecchi chilometri a Sud del sito.

5-RILIEVO STRUTTURALE E GEOMECCANICO

5.1 Caratteristiche di fratturazione e famiglie di discontinuità

Per determinare le caratteristiche geomeccaniche e strutturali dell'area è stata eseguita una campagna ad hoc su tutta l'area di cava e nelle aree circostanti, sono state eseguite scan-line di rilievo geomeccanico sugli affioramenti di adeguate dimensioni distribuiti nel versante e stazioni di rilevamento strutturale.

Per la determinazione dei principali elementi di caratterizzazione della roccia sono stati effettuati rilievi geomeccanici di dettaglio sugli affioramenti rocciosi presenti nell'area e nei dintorni.

I dati del rilievo dell'area di cava sono stati analizzati con apposito software (Dips© di Rocscience) cercando di determinare la distribuzione e le rispettive caratteristiche dei principali raggruppamenti di discontinuità nell'ipotesi che i dati siano rappresentati da una distribuzione di tipo normale. Tale assunzione, ovviamente, ha talvolta carattere di arbitrarietà e, del resto, sovente i dati di campagna non permettono di poter stabilire se la distribuzione possa essere di tipo diverso, pur se concettualmente sia possibile.

Tale asserzione trova riscontro anche nelle recenti note "Rock Engineering – course notes by E. Hoek" (2001), laddove si sottolinea come la distribuzione statistica dei parametri geomeccanici sia ben approssimata da una distribuzione di tipo normale, a meno di non avere a disposizione una rilevante mole di dati da cui derivare un tipo diverso di rappresentazione.
La distribuzione spaziale per settori delle stesse è stata successivamente indagata mediante l'ausilio delle rappresentazioni stereografiche per evidenziare all'interno dell'area eventuali distribuzioni locali dei giunti.

Tramite detto software è stato possibile produrre lo stereogramma delle linee delle discontinuità, dei poli delle discontinuità, e l'analisi statistica dei dati.

L'elaborazione statistica delle giaciture è stata eseguita prendendo come campioni di popolazione le giaciture rilevate lungo gli stendimenti effettuati in prossimità del fronte di cava considerato.

Avendo riscontrato una omogeneità nelle giaciture rilevate in sito, le analisi di stabilità sono state effettuate sulla base delle famiglie di discontinuità ottenute elaborando i dati osservati in campagna

I dati sono stati analizzati statisticamente per ricavare i parametri tipici delle caratteristiche strutturali dell'ammasso roccioso:

- numero di famiglie
- spaziatura
- persistenza
- apertura
- caratteristiche superficiali

Nella figure delle pagine seguenti si riportano, mediante rappresentazioni stereografiche, la distribuzione della densità dei poli dei piani di frattura complessivamente rilevati in tutta l'area, nonché le ciclografie ed i poli corrispondenti dei piani medi individuati.

In relazione all'area indagata complessivamente si sono riscontrati 4 principali raggruppamenti medi di discontinuità così come riportati negli stereogrammi allegati e aventi le seguenti caratteristiche (tratto da relazione geologica Rossi-Carrieri):

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	210,8	40,1	22,3
2	107,4	75,4	36
3	185,3	79,9	36
4	74,5	46,1	53

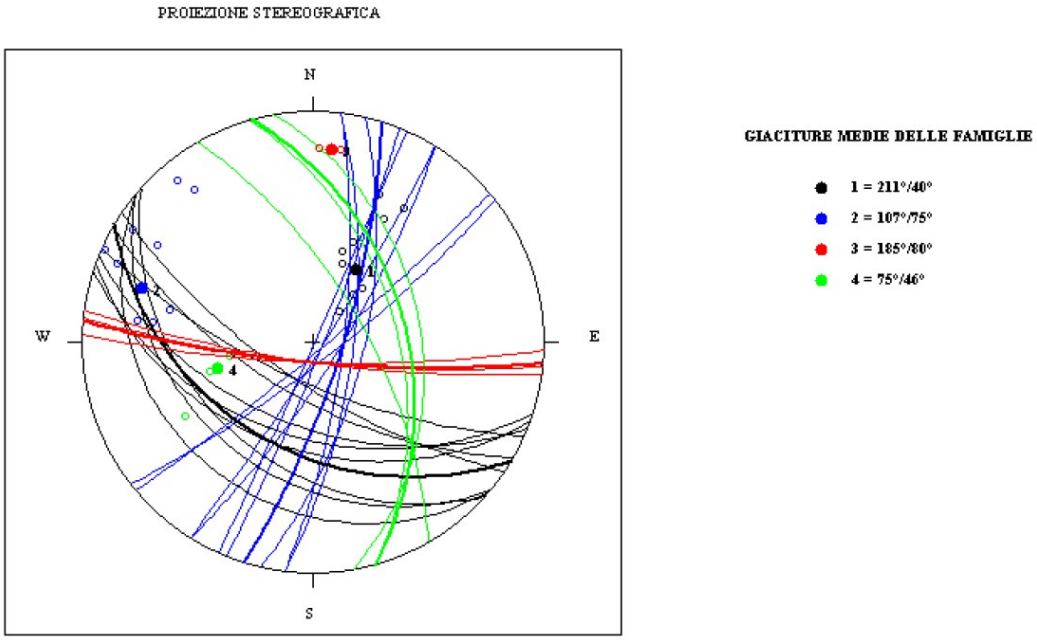


Fig. - Stereonet delle discontinuità

In particolare sul fronte esaminato, le discontinuità rilevate sono:

- K1 125/70
- K2 304/58
- S0 193/53

con il fronte principale (nell'accesso della cava) inclinato 165/66. Stratigraficamente il fronte è quindi posto a traverpoggio rispetto al versante, così come ben visibile nella allegata documentazione fotografica.

5.2 Classificazione di Bieniawski dell'ammasso roccioso

Circa l'attribuzione ai substrati rocciosi dei parametri fisico-meccanici che li contraddistinguono, sono stati utilizzati i dati geomeccanici e geofisici ricavati sul terreno uniti a valori reperibili in bibliografia applicando il metodo di Bieniawski (1979) che, ferma restando l'ipotesi del modello di Mohr-Coulomb, si basa sulla determinazione dell'indice RMR come sommatoria di indici parziali relativi a:

1. resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta;
2. indice RQD (Rock Quality Designation), estrapolato dai valori di spaziatura;
3. spaziatura dei giunti di discontinuità;

4. condizione dei giunti di discontinuità (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, presenza di materiale di riempimento);

5. condizioni idrauliche;

I valori degli indici parziali sono stati determinati sulla base della seguente tabella, scegliendo, parametro per parametro, la classe che meglio rappresenta l'effettiva situazione dell'ammasso roccioso in esame.

A - Classification parameters and their ratings

PARAMETER			RANGES OF VALUES						
1	Streing of intact rock material	Point-load strengt index	> 10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	For this low range uniaxial compressive test is preferred		
		Uniassial compressive strengt	> 250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5 - 25 MPa	1 - 5 MPa	< 1 MPa
	Rating		15	12	7	4	2	1	0
2	Drill core quality RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	Rating		20	17	13	8	3		
3	Spacing of discontinuities		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Rating		20	15	10	8	5		
4	Condition of discontinuities		Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces OR Gouge < 5 mm thinck OR Separation 1-5 mm Continuous	Soft gouge > 5 mm thinck OR Separation > 5 mm Continuous		
	Rating		30	25	20	10	0		
5	Ground water	Inflow per 10 m tunnel lenght	None	< 10 litres/min	10 - 25 litres/min	25 - 125 litres/min	>125 litres/min		
		Ratio joint water pressure / maior principal stress	0	0.0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		General condition	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating		15	10	7	4	0		

Total Rating	100 – 81	80 - 61	60 – 41	40 – 21	< 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Ottimo	Buono	Discreto	Scadente	Pessimo

La sommatoria dei coefficienti numerici dei cinque fattori fornisce un indice globale delle condizioni geomeccaniche della massa (Rock Mass Rating).

In particolare si ha:

1) La resistenza alla compressione uniassiale (R1) è stata misurata in superficie mediante lo sclerometro ed operando la media di almeno 10 valori ottenuti per punto di campionamento.
2) I valori dell'RQD (Rock Quality Designation - R2) sono stati ottenuti dai dati medi ricavati dai carotaggi e confrontati con i dati ricavati attraverso l'espressione di Palmstrom nella forma: RQD=115 - 3,3 jv dove jv rappresenta il numero medio delle discontinuità per metro nelle tre dimensioni.
3) La spaziatura delle discontinuità (R3) è stata misurata considerando la distanza tra discontinuità aventi la stessa direzione. La valutazione risulta dalla media delle spaziature dei diversi sets individuati nell'area di saggio.

4) Le condizioni di discontinuità (R4) sono state valutate misurando 5 parametri descrittivi delle discontinuità in ciascuna area di saggio: persistenza, separazione, ruvidità della superficie, riempimento ed alterazione.
5) Le condizioni idrauliche (R5) dell'ammasso roccioso sono state valutate qualitativamente in quanto in nessuna area campione mostra insorgenze di acqua quantificabili.

La classe di qualità dell'ammasso roccioso risulta dalla somma RMR base = R1 + R2 + R3 + R4 + R5.

Da Rossi e Carrieri, integrazioni alla relazione geologica si desumono i seguenti parametri:

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	36,50	4
RQD (%)	76	14
Spaziatura (m)	0,37	9
Condizioni dei giunti		22
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	59
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	59
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

Nella parte inferiore della cava, visto anche la maggiore alterazione superficiale si sono dedotti i seguenti parametri:

Litotipo	GSI	RMR	Descrizione
Form. M Antola	51	56	Discreto

Oltre alla classificazione di Bieniawski, l'ammasso roccioso è stato classificato anche tramite il GSI (Geological Strenght Index), un indice di qualità dell'ammasso roccioso variabile da 5 a 100, funzione delle condizioni geomeccaniche e del grado di alterazione. Per la determinazione di questo parametro esistono relazioni che lo legano all'RMR di Bieniawski o all'indice Q di Burton.

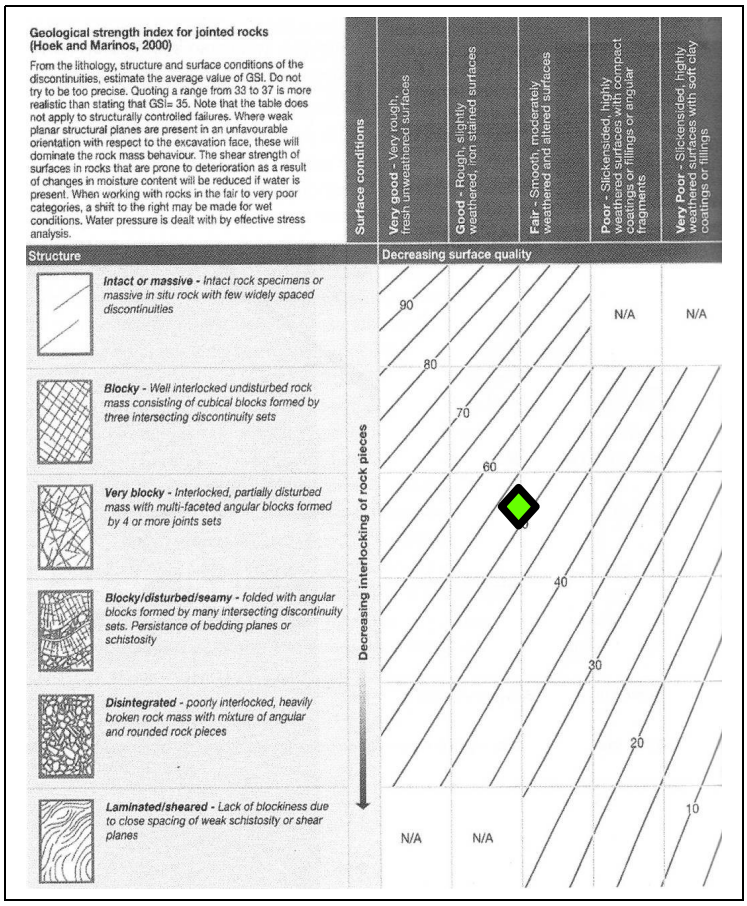


Fig. - Abaco per la stima del GSI. Form. M. Antola;

6-STIMA DEI PARAMETRI MECCANICI DELL'AMMASSO ROCCIOSO

6.1 Resistenza al taglio dell'ammasso

Per la caratterizzazione meccanica dell'ammasso roccioso è stato adottato un criterio di resistenza contraddistinto, nel piano di Mohr, da una marcata curvatura con concavità verso il basso; tale criterio comporta che, a modeste pressioni di confinamento , la superficie di rottura tende a seguire piani di discontinuità con giacitura prossima a quella di rottura, mentre ad elevate sollecitazioni la rottura interessa più estese porzioni di roccia integra.

Tale criterio viene bene descritto dal criterio di resistenza non lineare di Hoek e Brown (1980) generalmente adottato per gli ammassi rocciosi.

Hoek & Brown (1980a, 1980b) hanno proposto un metodo per ottenere delle stime attendibili della resistenza di ammassi rocciosi discontinui basato sulla valutazione della qualità meccanica degli ammassi stessi. Nell'ultima versione (1997) il criterio di rottura è definito:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci}\left(m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s\right)^a \quad \text{[MPa]}$$

dove:
"σ′1″ e "σ′3″ sono i valori degli sforzi efficaci massimo e minimo alla rottura
"*mb*" è il valore della costante di Hoek & Brown per gli ammassi rocciosi
"*s*″ e "*a*″ sono costanti che dipendono dalle caratteristiche degli ammassi rocciosi
"σ*ci*" è il valore della resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta.

La definizione dei parametri *mb* , *s* e *a* è stata recentemente riformulata (Hoek et alii, 2002) secondo le equazioni seguenti sempre utilizzando i valori di GSI per riferirsi alle condizioni geomeccaniche degli ammassi.

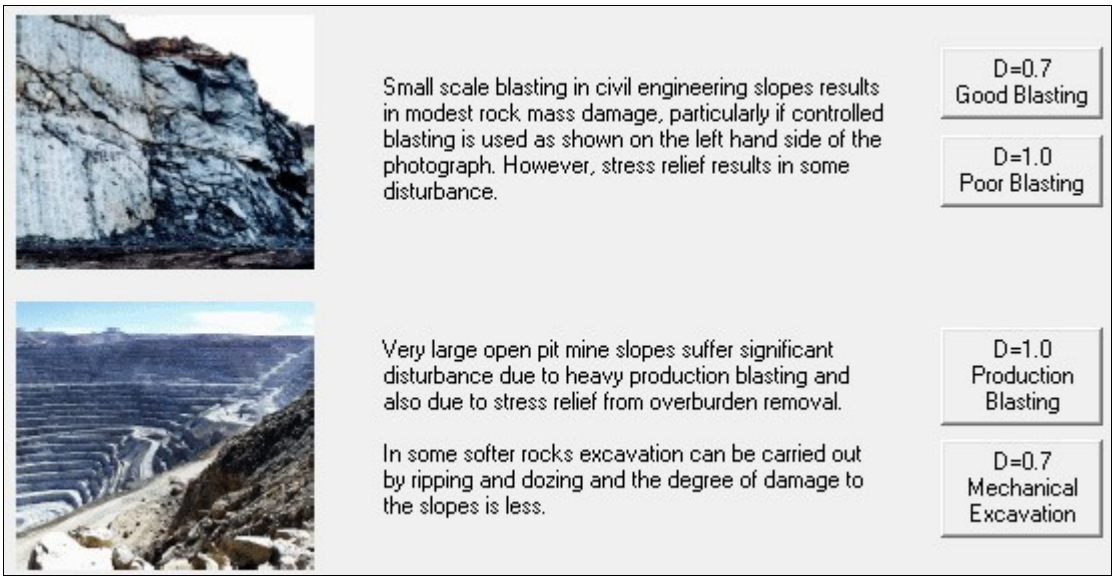
$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3}\right)$$

Il fattore D dipende dal grado di disturbo a cui è stato soggetto l'ammasso per effetto della tecnologia di scavo (esplosivo o meccanizzato) e del rilascio tensionale successivo allo scavo; esso può variare da 0 per ammassi non disturbati a 1 per ammassi molto disturbati.

La scelta del fattore di disturbo (D), utile per il calcolo dei parametri *mb* ed *s*, è stata fatta utilizzando le linee guida presentate dagli stessi autori. Quelle interessanti per lo scavo di una parete rocciosa sono:



Sulla base di questi suggerimenti si è scelto di adottare un fattore di disturbo pari a **0,7**.

Il criterio di Hoek e Brown viene più convenientemente espresso in termini di curva intrinseca $\tau - \sigma'_n$ anziché in termini di sforzi principali, correlando in base a relazioni geometriche, lo sforzo di taglio in funzione della sollecitazione normale.

Lo sforzo normale e di taglio sono correlate agli sforzi principali dalle relazioni (Balmer, 1952):

$$\sigma'_n = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} - \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} \cdot \frac{d\sigma'_1/d\sigma'_3 - 1}{d\sigma'_1/d\sigma'_3 + 1}$$

$$\tau = (\sigma'_1 - \sigma'_3) \cdot \frac{\sqrt{d\sigma'_1/d\sigma'_3}}{d\sigma'_1/d\sigma'_3 + 1}$$

$$dove$$

$$d\sigma'_1/d\sigma'_3 = 1 + am_b(m_b\sigma'_3/\sigma_c + s)^{a-1}$$

Per calcolare i parametri di resistenza espressi in temine di coesione ed angolo di attrito efficaci Hoek (1980) ha proposto la seguente procedura di calcolo:

$$\varphi' = arcsen\left[\frac{6am_b(s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b(s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}\right]$$

$$c' = \frac{\sigma_c[(1+2a)s + (1-a)m_b\sigma'_{3n})](s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)\sqrt{1 + (6am_b(s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1})/(1+a)(2+a)}}$$

dove

$$\sigma'_{3n} = \sigma'_{3\max} / \sigma_c$$

Il valore di σ'_{3max} è il limite superiore della tensione di confinamento per il quale viene considerata la correlazione tra il criterio di Hoek-Brown e di Mohr-Coulomb.

I calcoli precedentemente descritti sono stati processati utilizzando uno specifico software (RocLab della *RocScience*) in cui devono essere inseriti i parametri σ*ci* , GSI, m e D.

Nella figura seguente è riportata la curva caratteristica dell'ammasso roccioso in funzione dello sforzo normale efficace.

Di seguito si riportano i gli inviluppi di rottura dell'ammasso roccioso nel piano delle tensioni principali σ1 - σ3 e nel piano σ – τ per il litotipo esaminato.

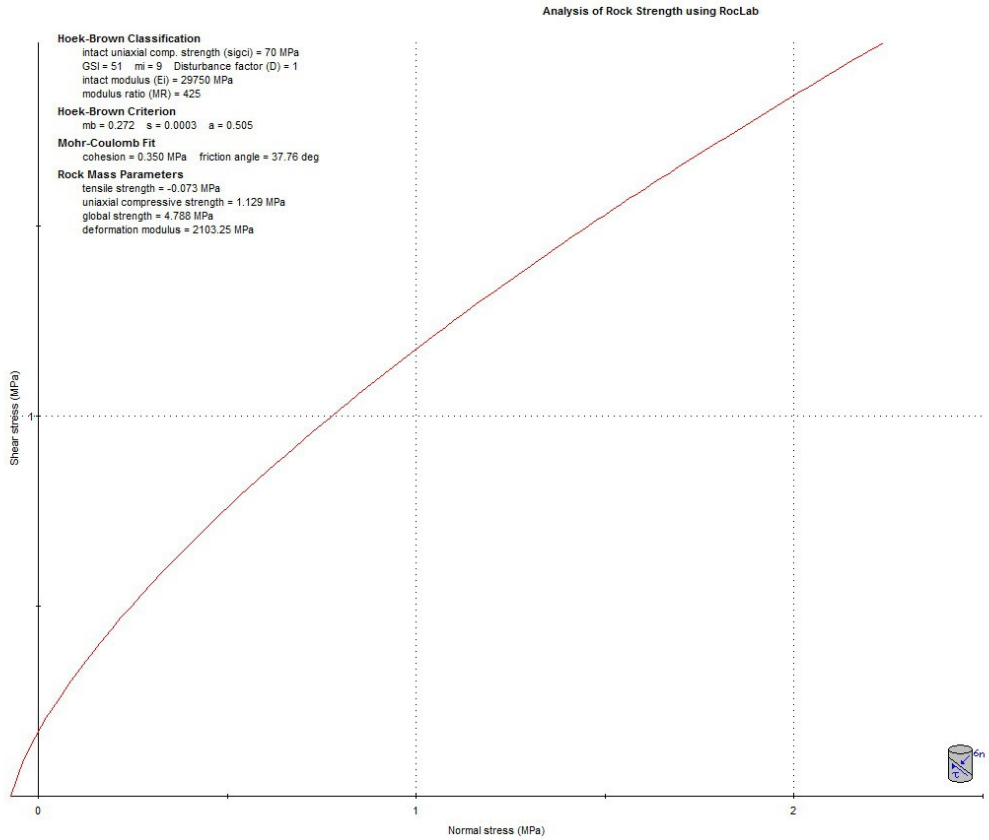


Fig. - Roclab diagram della dolomia

Parametri dell'ammasso roccioso

Angolo di attrito (°)	37,76
Coesione (Mpa)	0,350 (3,56 kg/cmq)
Peso di Volume (t/mc)	2,7
Resistenza a compressione uniassiale	600-800Kg/cmq (da analisi sclerometriche)

6.2 Resistenza al taglio lungo i giunti

Nei riguardi della stima delle resistenze a scorrimento lungo le discontinuità si può fare riferimento al noto schema di Barton, tradotto in una relazione che esprime la resistenza a taglio solo in termini attritivi.

$$\tau_{lim} = \sigma \cdot \tan\varphi^*$$

$$\varphi^* = \left(\varphi + JRC \cdot \log_{10} \frac{\sigma_J}{\sigma} \right)$$

σ	:	pressione efficace normale al giunto
φ	:	angolo di attrito base (giunto piano, liscio)
JRC	:	indice di scabrezza di Barton
σ_J	:	resistenza a compressione della roccia adiacente il giunto
φ^*	:	angolo di attrito apparente in relazione con σ e l'indice di scabrezza

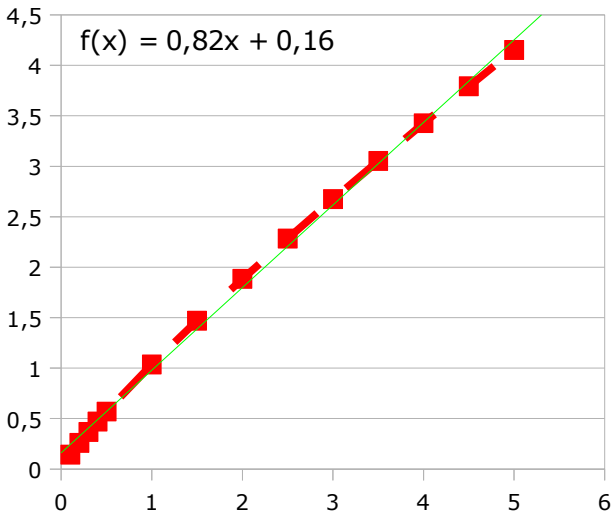
Nel caso in esame, per i giunti valutati durante il rilievo geomeccanico si sono osservati valori di JRC attribuibili al range compreso tra 8 e 10.

Per il valore di resistenza a compressione sui giunti non si hanno a disposizione dati sperimentali; sono stati adottati valori stimati a partire dai risultati delle prove con sclerometro su superfici di giunto.

Litotipo	JRC	Comp. Uniassiale (Mpa)
Form. M. Antola	8 – 10	60-80

σ	τ	φ
Mpa	**Mpa**	**(°)**
0,10	0,14	55,00
0,20	0,26	52,29
0,30	0,37	50,71
0,40	0,47	49,58
0,50	0,57	48,71
1,00	1,04	46,00
1,50	1,47	44,42
2,00	1,88	43,29
2,50	2,28	42,42
3,00	2,67	41,71
3,50	3,05	41,11
4,00	3,43	40,58
4,50	3,79	40,12
5,00	4,15	39,71

tanφ	0,79
φ	**39,35**



Curva intrinseca del giunto con il criterio di Barton.

Per la valutazione della coesione si è fatto riferimento alla formulazione proposta da Barton e Choubey, che ha fornito i seguenti valori, ottenuti variando il JCS e la profondità:

Stato tensionale previsto			Coesione [kPa]	
	[m]	[MPa]	min	max
prof. min	15,00	0,405	80,0	138,9
prof. max	30,00	0,810	141,9	230,7

Considerando una profondità media di 15 m e tenendo solo in considerazione il valore minimo, a favore di sicurezza, si ottiene una coesione pari a 80Kpa, pari a 0,81 Kg/cmq.

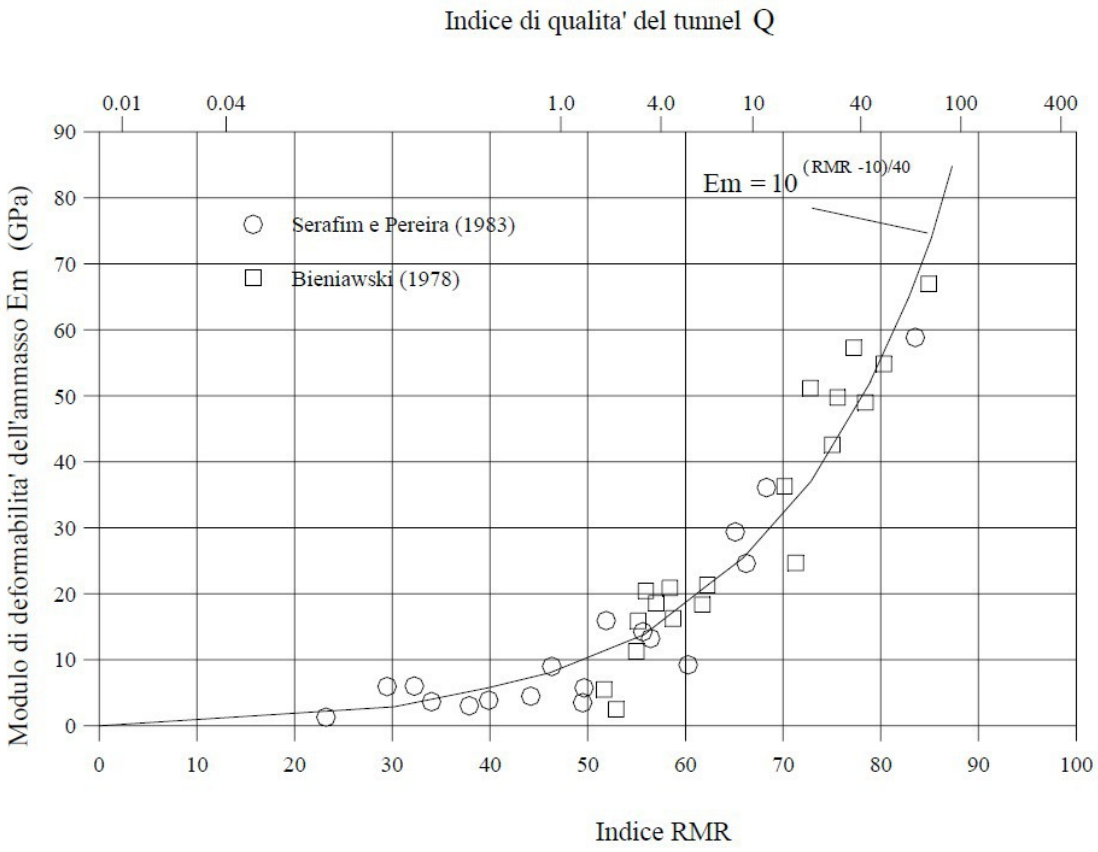
6.3 Deformabilità dell'ammasso roccioso

Indicazioni sulla deformabilità dell'ammasso possono essere ricavate da una valutazione della qualità della roccia basata sulla classificazione geomeccanica. Dopo l'introduzione della metodologia RMR, Bieniawski (1976) ha proposto la seguente correlazione (applicabile solo per valori di RMR > 55 tra modulo di deformabilità e RMR:

Ed (Gpa) = 2*RMR-100

Una modifica della relazione precedente, che tiene conto di dati di prova in rocce di qualità mediocre o scadente, è stata proposta da Serafim e Pereira (1979) ed adottata successivamente da Bieniawski (1989) e definita dalla seguente relazione:

$Ed(Gpa)=10^{(RMR-10)/40}$



Relazione di Serafim-Pereira per la valutazione di E.

Una relazione per la stima del parametro di deformabilità dall'ammasso a partire dall'indice Q è stata proposta da Barton (1995):

$Ed(Gpa)=10Q^{1/3}$

In seguito Hoek et al. (1995) hanno osservato che la relazione precedente tende a sovrastimare i moduli quando il modulo del materiale roccioso è basso. E' stato quindi introdotto un termine direttamente collegato alle proprietà del materiale roccioso e tenendo anche conto della sostituzione dell'indice di caratterizzazione GSI all'indice RMR si ha:

$$E_d\ (\mathrm{GPa}) = \sqrt{\frac{\sigma_c}{100}} \cdot 10^{\frac{GSI-10}{40}} \qquad \text{per } \sigma_c < 100\ \mathrm{MPa}$$

Più recentemente Hoek e Diederichs (2005) hanno riesaminato i predetti metodi empirici per stimare il modulo di deformabilità dell'ammasso roccioso ed hanno aggiornato i criteri in precedenza esposti con la relazione:

$$E_d\,(MPa) = 100000\left(\frac{1 - D/2}{1 + e^{((75+25D-GSI)/11)}}\right)$$

Dai calcoli ottenuti dalle relazioni precedentemente descritte, ed in particolare dalle ultime due si ottengono i seguenti valori, conformi con quanto calcolato anche dal software Roclab.

Form. M. Antola	11-14 Gpa

7 – CALCOLO DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Dalle prove in situ e di laboratorio effettuate e dai rilevamenti geomeccanici, si è ottenuto un chiaro modello geologico e geomeccanico del sito oggetto di studio; di seguito sono riportati i parametri medi (Vm) i parametri caratteristici (Vk) e i parametri di progetto (Vd) calcolati per poi essere di seguito utilizzati nelle verifiche di stabilità dei fronti così come prevedono le NTC 2008 (par. 6.2.3.1.2)

Valori medi (Vm)

Form. M. Antola

Angolo di attrito (°)	37,76
Coesione (Kg/cmq)	3,56
Peso di Volume (t/mc)	2,7
Angolo di attrito lungo i giunti (°)	39,35
Coesione lungo i giunti (Kg/cmq)	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	600-800Kg/cmq (da analisi sclerometriche)

Valori caratteristici (Vk)
Applicando quanto contenuto nelle istruzioni del CSLP si sono assunti quali valori caratteristici del deposito i valori medi: Vm=Vk.

Infatti, come riportato nel C6.2.2 del CSLP "appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidezza sufficiente a trasferire le azione dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti".
Valori di progetto (Vd)
I valori di progetto di c, cu e φ da adottare nel calcolo si ottengono per combinazioni contenenti M2, dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nell'eurocodice 7 e nel D.M. 14/01/2008 NTC.

I valori di progetto si ottengono tramite le seguenti formule:

- tgφd=tgφk/1,25
- cd=ck/1,25
- cud=cuk/1,4

- qud=quk/1,6 (resistenza a compressione uniassiale)

Form. M. Antola

Angolo di attrito (°)	31,78
Coesione (Kg/cmq)	2,54
Peso di Volume (t/mc)	2,7
Angolo di attrito lungo i giunti (°)	33,26
Coesione lungo i giunti (Kg/cmq)	0,58
Resistenza a compressione uniassiale	437,5 Kg/cmq

I valori ottenuti sono utilizzati per i calcoli nelle verifiche di stabilità di seguito eseguite.

Tabella 6.2.II – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	**(M1)**	**(M2)**
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

8-VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO

Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata (par. 2.4.2 NTC).
La vita nominale dell'opera in progetto è 50 anni.

Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le opere sono suddivise in classi d'uso; le classi d'uso delle opere in progetto sono:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;

Il coefficiente C_U in questo caso risulta pari a 0,7 come dalla tabella 2.4.II delle NTC.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U (par. 2.4.3 NTC):
$V_R = V_N \times C_U$ =

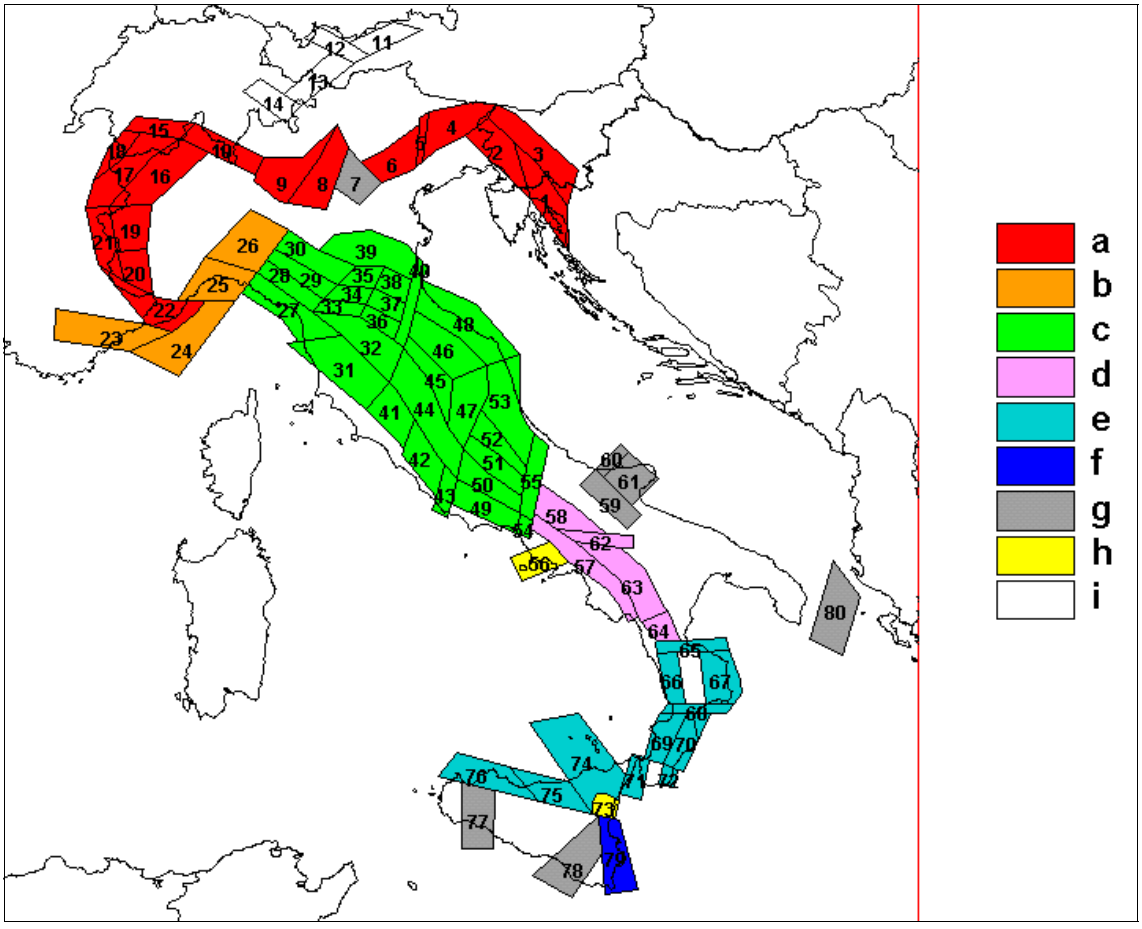
Tabella riepilogativa

Vita nominale V_N	50 anni
Classe d'uso	I
Coefficiente d'uso C_u	0,7
Periodo di riferimento dell'azione sismica V_R	35

9-NOTE SISMICHE

Zonazione sismogenetica

Dall'esame della cartografia di zonazione sismogenetica ZS4 l'area in esame si colloca nella zona 25 che corrisponde a Zone di trasferimento Alpi-Appennino e Mar Ligure. Meccanismi attesi: strike-slip sinistro in strutture crostali superficiali e dip-slip in strutture più profonde (zone 23, 25, 26); compressione (thrust e strike-slip sinistro con assi P W-E e WNW-ESE) sovrapposti a vecchie strutture estensionali (zona 24), Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip.



Zonazione sismogenetica dell'Italia Nord-Occidentale (da GNDT)

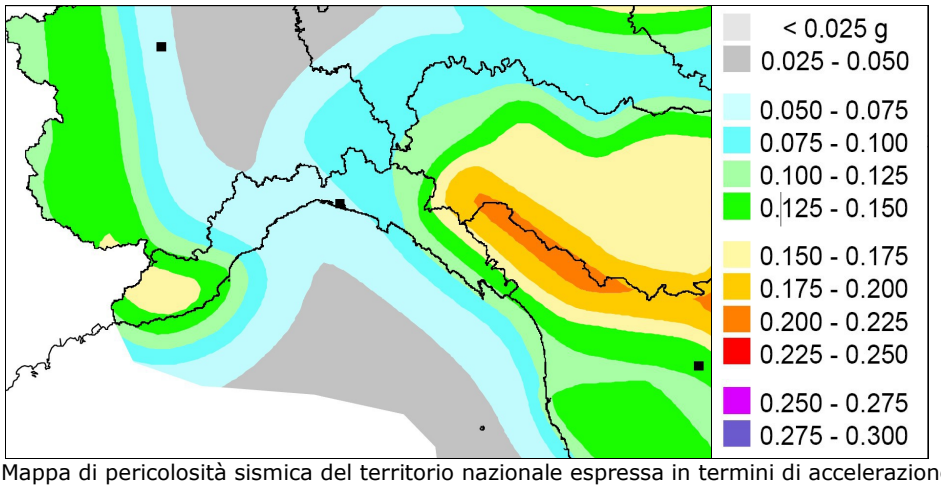


Fig. Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (da INGV)

Classificazione sismica

In base al D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 ("Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria"), il territorio del Comune di Montoggio è inserito in zona 3, corrispondente ad un valore di accelerazione orizzontale 0,05 < ag≤ 0,15 g .

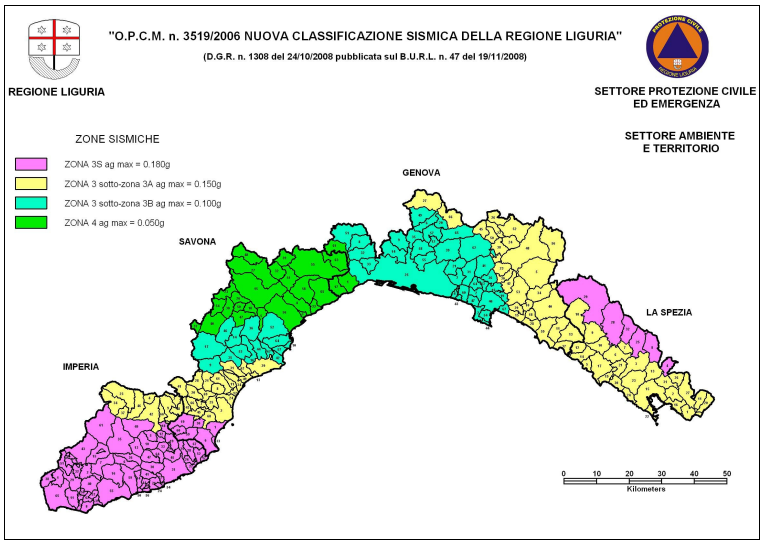


Fig. Classificazione sismica della Regione Liguria

Categoria di suolo

Per quanto riguarda i valori delle Vs, sulla base della bibliografia e dai dati acquisiti direttamente in campagna, si possono stimare i valori medi. Pertanto, la categoria del suolo, ai fini della definizione dell'azione sismica è assimilabile alla categoria "A" e cioè: "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi,caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.", secondo la tab. 3.2.II delle NTC.

Coefficiente di amplificazione topografica St

Per quanto riguarda l'amplificazione sismica la morfologia dei luoghi influenza gli effetti del sisma, ed infatti si identificano tre conformazioni tipiche:

a) **conca**: conformazione rocciosa a conca con un riempimento di terreno soffice. Si realizzano fenomeni di rifrazione delle onde sismiche che risultano concentrate in una zona localizzata al centro della conca.
b) **pendio**: è dimostrato che le accelerazioni lungo il pendio sono maggiori rispetto al suolo pianeggiante.
c) **vetta**: rappresenta il caso più pericoloso. Le azioni sismiche si focalizzano sul punto sommitale in cui le azioni risultano notevolmente incrementate.

Il sito di intervento è collocato in un pendio, pertanto sono possibili fenomeni di maggiori accelerazioni sismiche. La categoria topografica è **T2** (tabella 3.2.IV NTC) e il coefficiente di amplificazione topografica risulta **St=1,2**

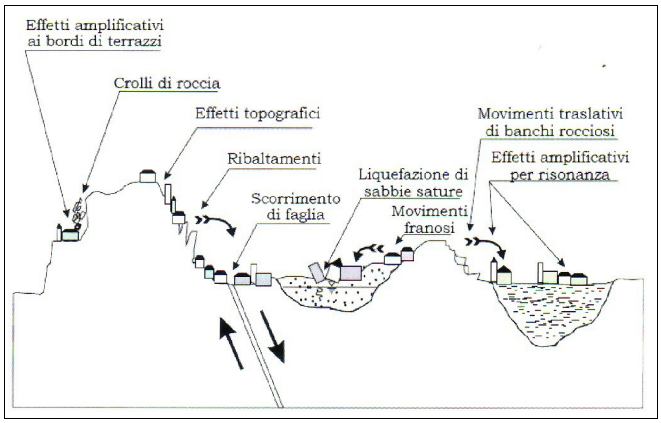


Fig. Schema dei fattori di amplificazione topografica

PARAMETRI SISMICI

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.
latitudine: 44,501276
longitudine: 9,025676
Classe: 1
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16475	Lat: 44,5003	Lon: 9,0046	Distanza: 1675,879
Sito 2	ID: 16476	Lat: 44,5029	Lon: 9,0744	Distanza: 3870,724
Sito 3	ID: 16254	Lat: 44,5528	Lon: 9,0708	Distanza: 6755,800
Sito 4	ID: 16253	Lat: 44,5502	Lon: 9,0009	Distanza: 5783,813

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	A		
Categoria topografica:	T2		
Periodo di riferimento:	35anni		
Coefficiente cu:	0,7		
Operatività (SLO):			
Probabilità di superamento:	81	%	
Tr:		30	[anni]
ag:		0,027 g	
Fo:		2,479	
Tc*:		0,198	[s]
Danno (SLD):			
Probabilità di superamento:	63	%	
Tr:		35	[anni]
ag:		0,029 g	
Fo:		2,494	

Tc*: 0,203 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 332 [anni]
ag: 0,076 g
Fo: 2,493
Tc*: 0,275 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 682 [anni]
ag: 0,102 g
Fo: 2,466
Tc*: 0,282 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,007
Kv: 0,003
Amax: 0,320
Beta: 0,200

SLD:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,007
Kv: 0,004
Amax: 0,344
Beta: 0,200

SLV:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,897
Beta: 0,200

SLC:
Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,200
Kh: 0,033
Kv: 0,017
Amax: 1,201
Beta: 0,270

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 44.500316
longitudine: 9.024631

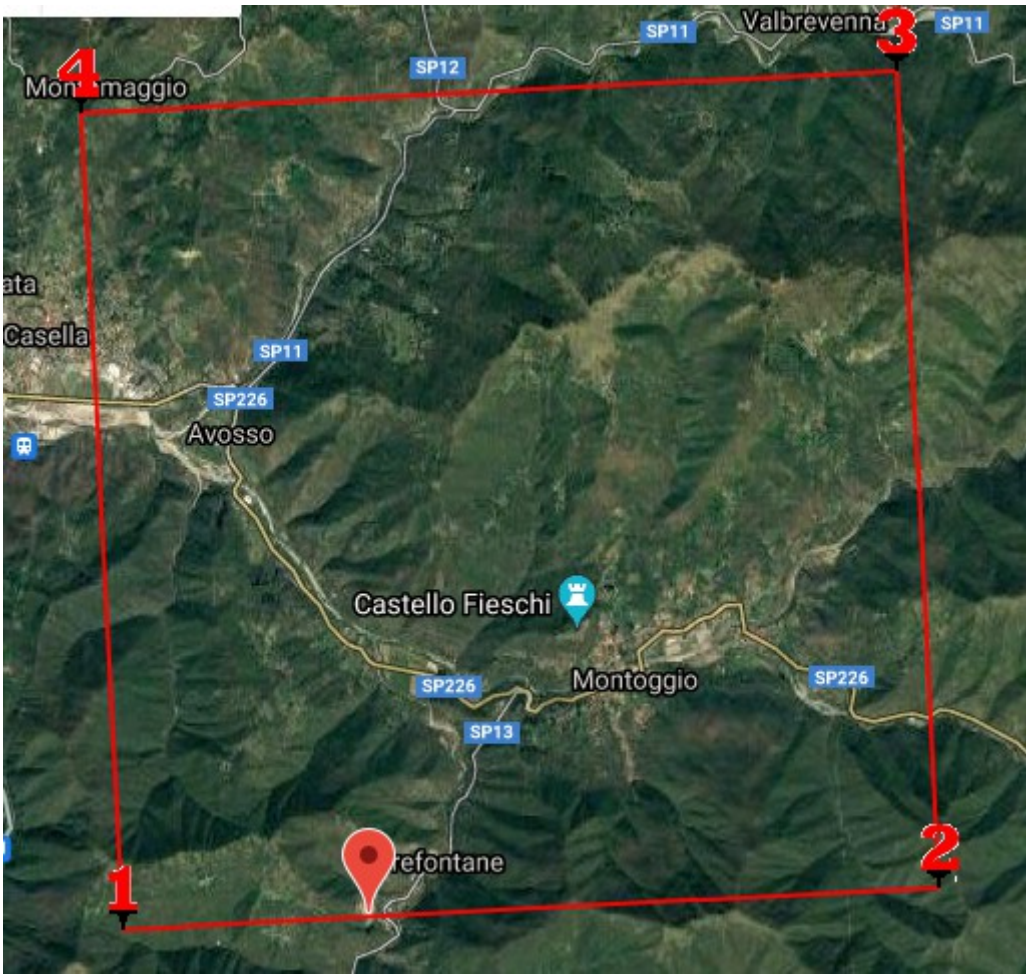


Fig. Nodi del reticolo sismico di riferimento della zona in esame

10-VERIFICHE DI STABILITÀ

Al fine di comprendere la stabilità dello scavo si è verificata la sezione più critica, la B.
Infatti in questa sezione si ha un notevole sviluppo in altezza, con la realizzazione di 4 gradoni, di altezza 7,5 m e con piedi di 2,5 m circa.

La sezione è stata verificata con condizioni di parametri ridotti, di cui la coesione, prudenzialmente, ridotta ad 1/5 di quella calcolata (pari a 0,5 kg/cmq). Inoltre, sempre a favore di sicurezza, si è sempre considerato l'effetto del sisma.

La sezione è stata verificata sia nello stato attuale che di progetto, tramite l'analisi di stabilità di Jambu, evidenziando una riduzione del fattore di sicurezza da 1,34 (stato attuale) a 1,26 (stato di progetto).
Si tratta di una riduzione del fattore di sicurezza accettabile, ma che va comunque attenzionata adeguatamente in fase esecutiva e di monitoraggio, sopratutto sulle zone più acclivi e su quelle eventualmente maggiormente alterate.

11-CONCLUSIONI

A seguito dello studio geologico effettuato si conferma la fattibilità del progetto in oggetto con le seguenti prescrizioni:

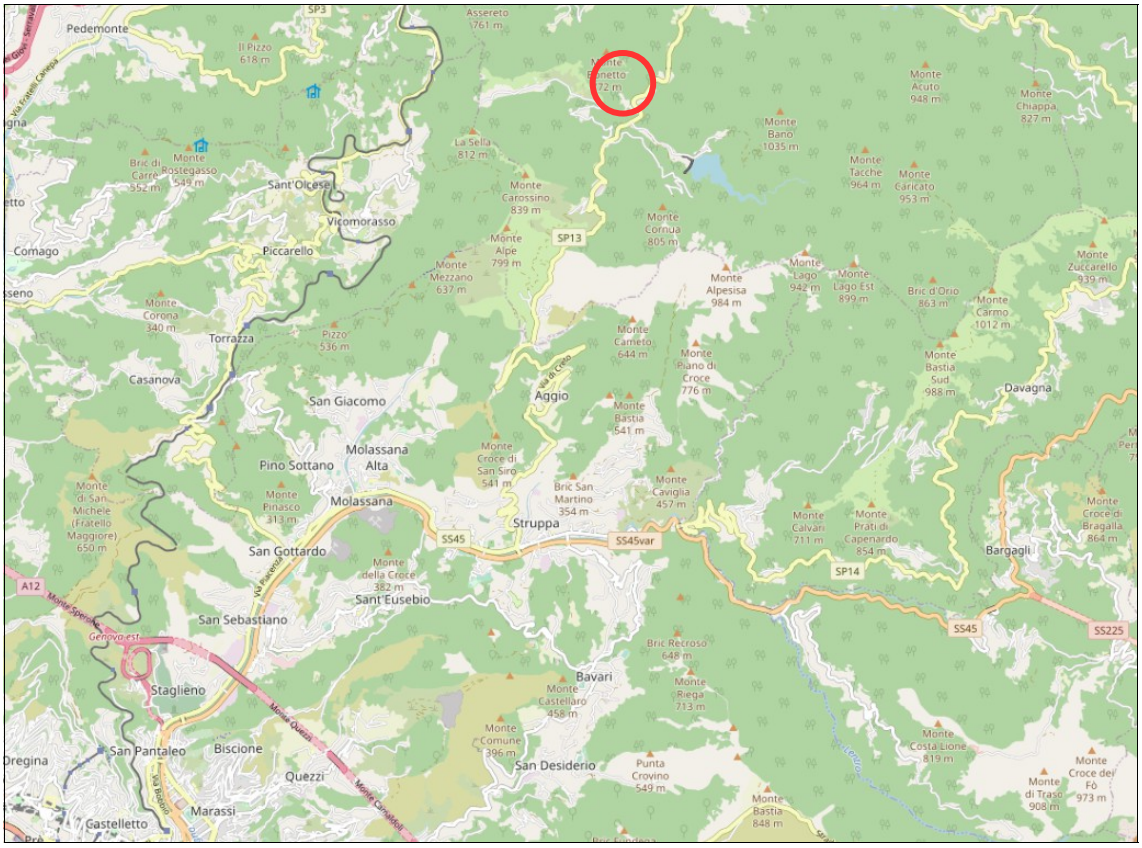
- regimare efficacemente le acque sia lungo la strada che sui fronti in roccia, tramite opportuna canalizzazione;
- eseguire accurata manutenzione periodica e sopralluoghi tecnici sui fronti per eliminare eventuali porzioni alterate e/o passibili di distacchi;
- installazione di una rete in fondo al versante, di altezza di almeno m 2, per contenere eventuali distacchi accidentali di modeste dimensioni;
- una volta effettuato lo scavo effettuare una valutazione della qualità dell'ammasso roccioso e predisporre eventuali misure di contenimento necessarie (reti in aderenza, chiodature etc.)
- effettuare le operazioni di scavo per fasi successive discendenti, facendole seguire da tecnico competente per verificare la qualità dell'ammasso roccioso e rilevare eventuali anomalie giaciturali;
- prevedere un piano di monitoraggio e verifica dei gradoni, anche con sistema di rilevamento, onde verificare eventuali criticità di stabilità.

Il tecnico
Dott. Geologo Luca Piaggi

11-BIBLIOGRAFIA

- Bieniawski Z.T., 1989, Eigineering rock mass classification, J. Wiley & Sons;
- Boccaletti & Tortorici - Appunti di Geologia strutturale. Patron Editore (Bologna);
- Butler & Bell -1988- Lettura e interpretazione delle carte geologiche. Zanichelli (Bologna);
- Coppola B., Mancini M., Marchese F., Pedemonte S., Rossi F.M., 1992, La classificazione geomeccanica di Bieniawski: modalità di applicazione nella progettazione di gallerie in roccia, Geologia Tecnica e Ambientale, n° 4/92;
- Coppola B., Mancini M., Marchese F., Pedemonte S., Rossi F.M., 1994, Considerazioni tecniche e contrattuali relative all'applicazione del sistema RMR, Geologia Tecnica e Ambientale, n° 2/94;
- Falcioni C., Nosengo S., Paoletti L., Pedemonte S., 1995., Caratteristiche di resistenza al taglio di discontinuità in roccia di alcuni litotipi liguri, Professione Geologo, n° 1-2 1995;
- Geostru, Manuale del software Slope 2010;
- Giani G.P. Analisi di stabilità dei pendii parte 1°, GEAM quaderno n°8;
- Hoek E., Brown E.T., The Hoek-Brown failure criterion - a 1998 update, 18° Canadian Rock Mech. Symposium, Toronto, 1988;
- I.S.R.M., 1993, Raccomandazioni ISRM sulle metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose, Rivista Italiana di Geotecnica n° 2 1993.
- McClay -1987- The mapping of geological structures. Geol. Soc. London, handbook series, 161pp;
- Mercier & Vergely - Tettonica. Lezioni di geologia strutturale. Pitagora Editore (Bologna);
- Pozzi R., Clerici A., 1985, L'applicazione della classificazione di Z.T. Beniawski alla stabilità delle scarpate in roccia, Costruzioni, anno XXXIV, n°2;
- Ragan -1985- Structural geology An introduction to geometrical techniques. J. Wiley & Sons (New York), 393 pp.;
- Rocscience, Manuale del software Dips;
- Rocscience, Manuale del software Plane;
- Rocscience, Manuale del software Swedge;
- Twiss & Moores - Structural Geology. Freeman and Company (New York);

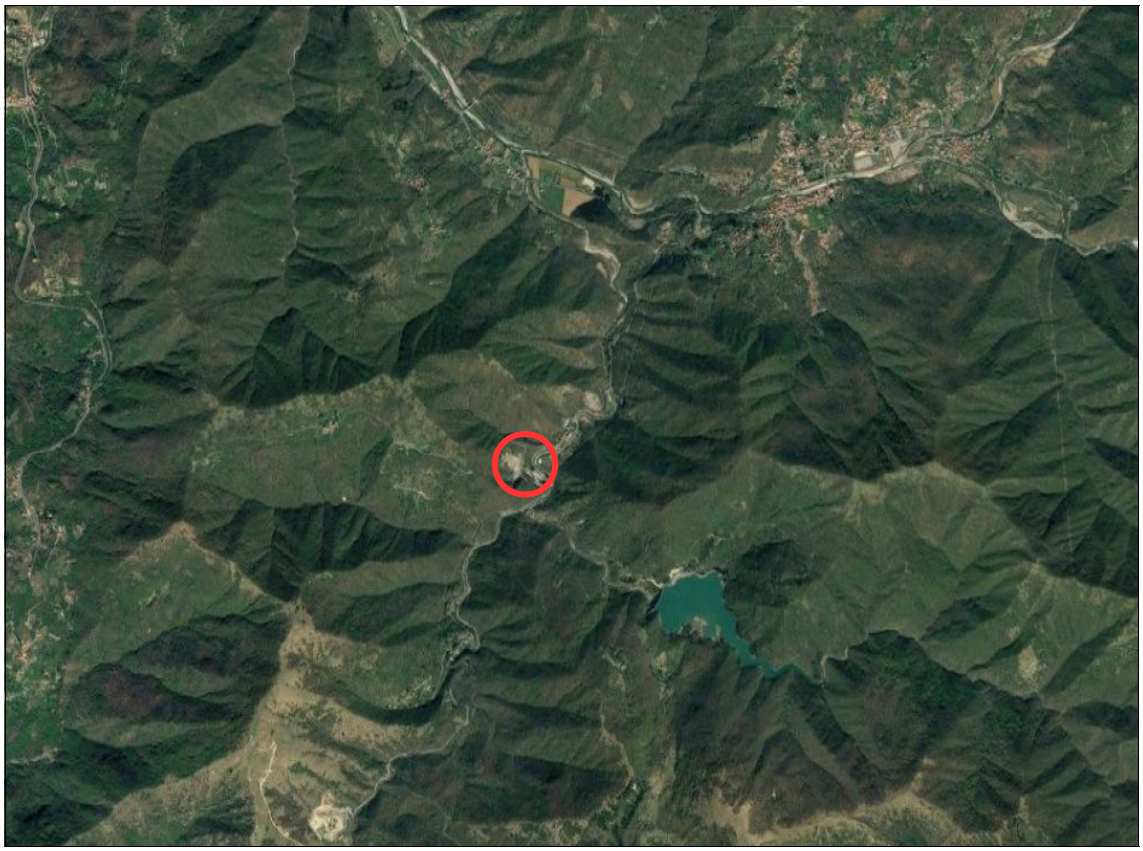
12-ALLEGATI



INQUADRAMENTO TERRITORIALE GENERALE – GOOGLE MAPS

LEGENDA

Area di studio



INQUADRAMENTO TERRITORIALE GENERALE – GOOGLE EARTH

LEGENDA

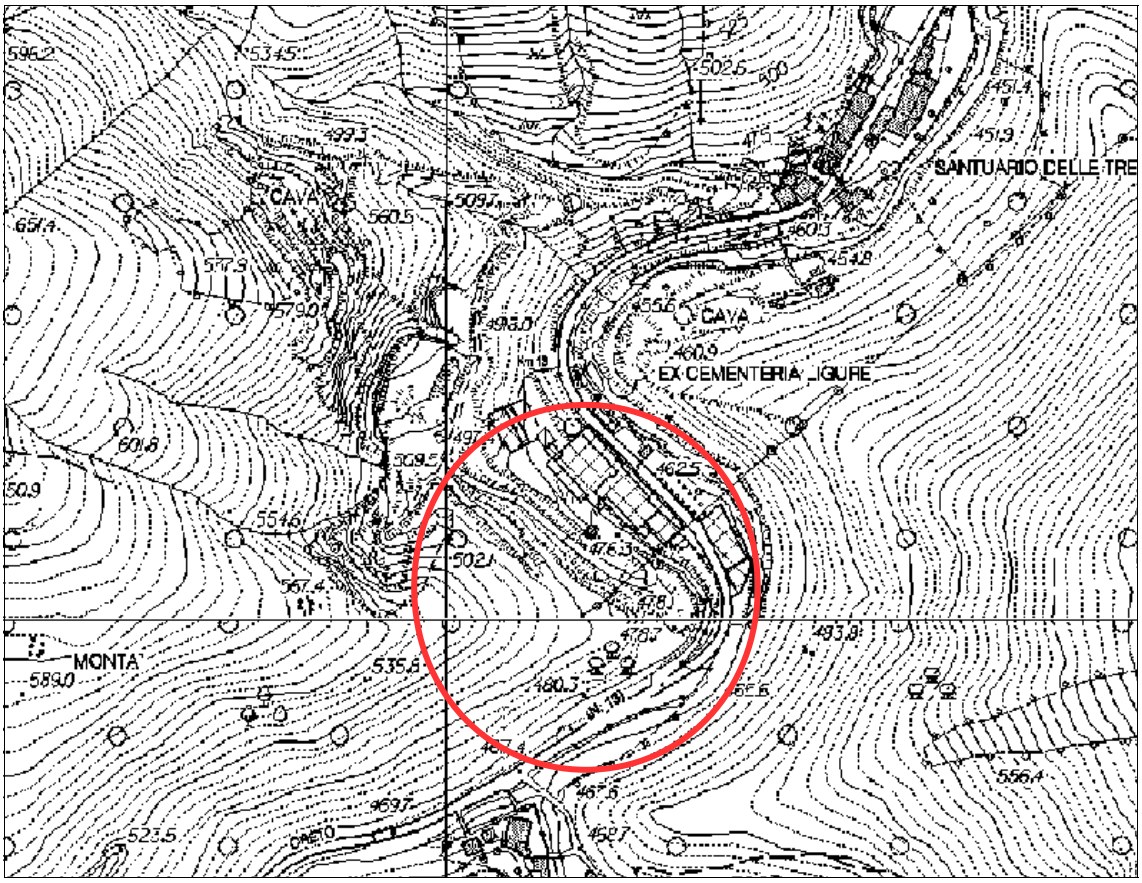
Area di studio



INQUADRAMENTO TERRITORIALE GENERALE – GOOGLE EARTH

LEGENDA

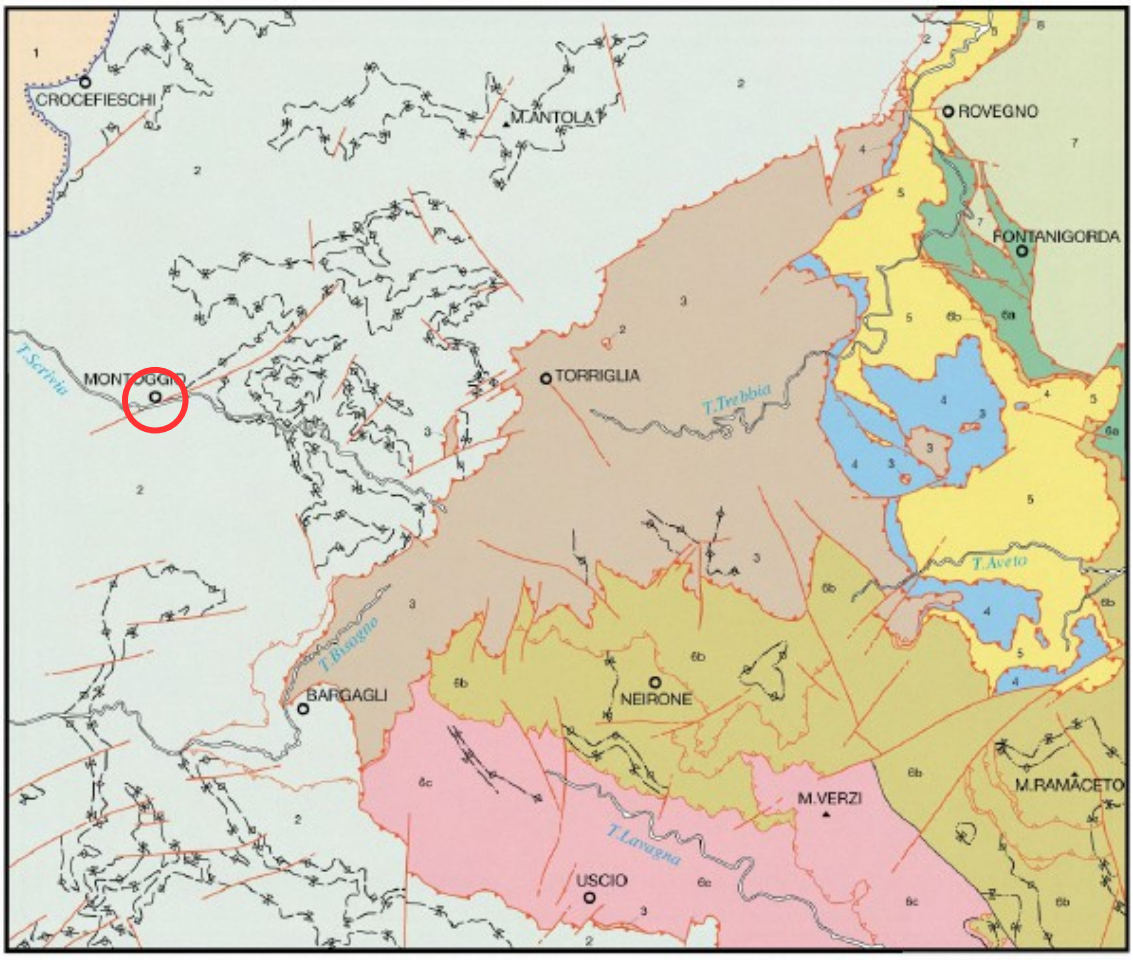
Area di studio



INQUADRAMENTO TERRITORIALE – DA SCALA 1:10000

LEGENDA

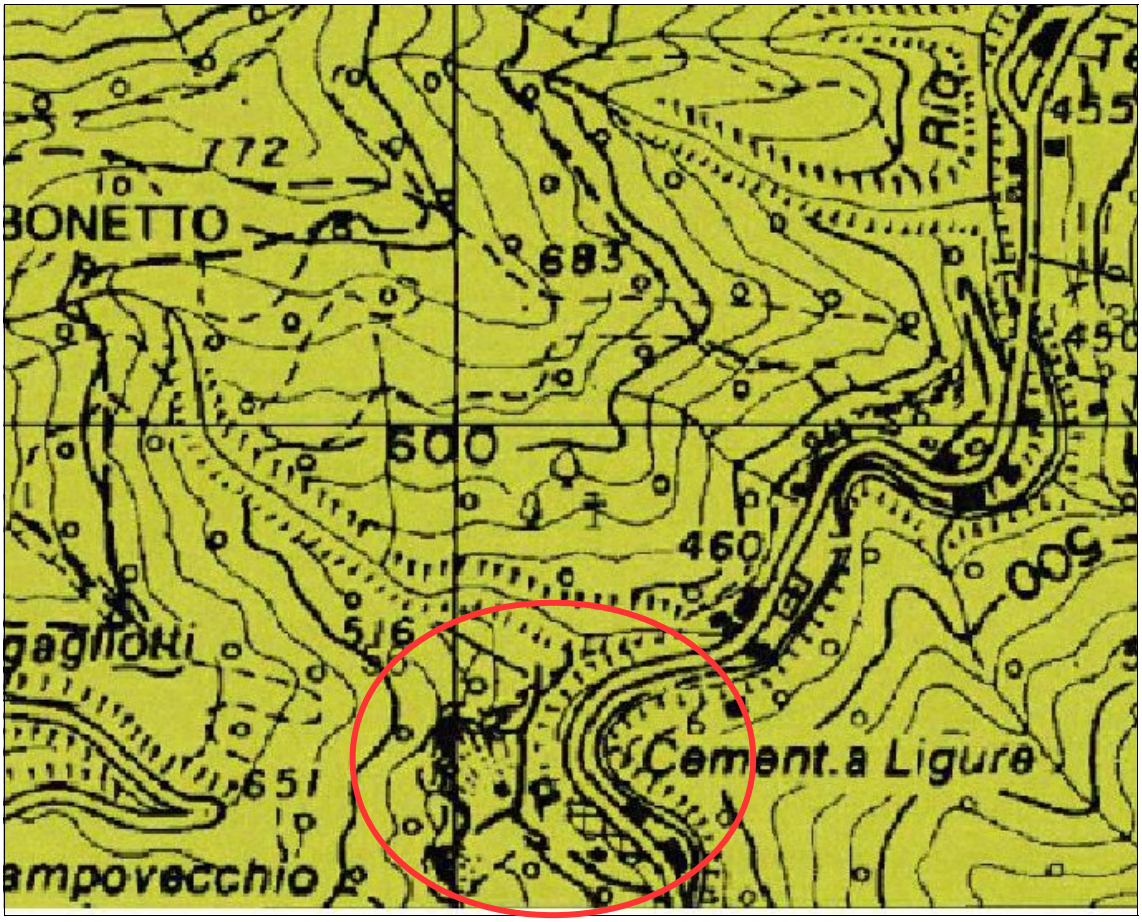
Area di studio



SCHEMA TETTONICO GENERALE

LEGENDA

Area di studio



CARTA GEOLOGICA GENERALE – DA CARG 1:25000

LEGENDA

Area di studio

Cretaceo sup.

FAN

FORMAZIONE DI MONTE ANTOLA
Torbiditi calcareo-marnose in strati spessi e molto spessi di calcareniti a forte componente silicoclastica, di marne, di marne calcaree e di argilliti marnose alternate a strati sottili e molto sottili di argilliti emipelagiche.
CAMPANIANO INF.- MAASTRICHTIANO INF.

MGG

ARGILLITI DI MONTOGGIO
Emipelagiti pelitiche di colore verde e rosso con intercalazioni di strati torbiditici silicoclastici sottili e medi di siltiti, areniti fini ed in modo subordinato areniti medie. Localmente sono presenti torbiditi calcareo-pelitiche rappresentate da strati sottili e medi di areniti medio-fini a composizione mista, siltiti marnose e marne intensamente bioturbate (cfr.Arenarie di Gorreto del Foglio 196 "Cabella Ligure")
CENOMANIANO SUP.- CAMPANIANO INF.



DETTAGLIO DELLA CARTA GEOLOGICA GENERALE SOVRAPPOSTA AL CTR– DA CARG 1:25000

LEGENDA

Area di studio



AFFIORAMENTI DI ROCCE VERDI – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di studio

Rocce verdi



UBICAZIONE CAVITÀ CARSICHE – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di studio

Grotte



RETICOLO IDROGRAFICO – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di studio

Reticolo idrografico



RETICOLO IDROGRAFICO – GENERALE – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di studio

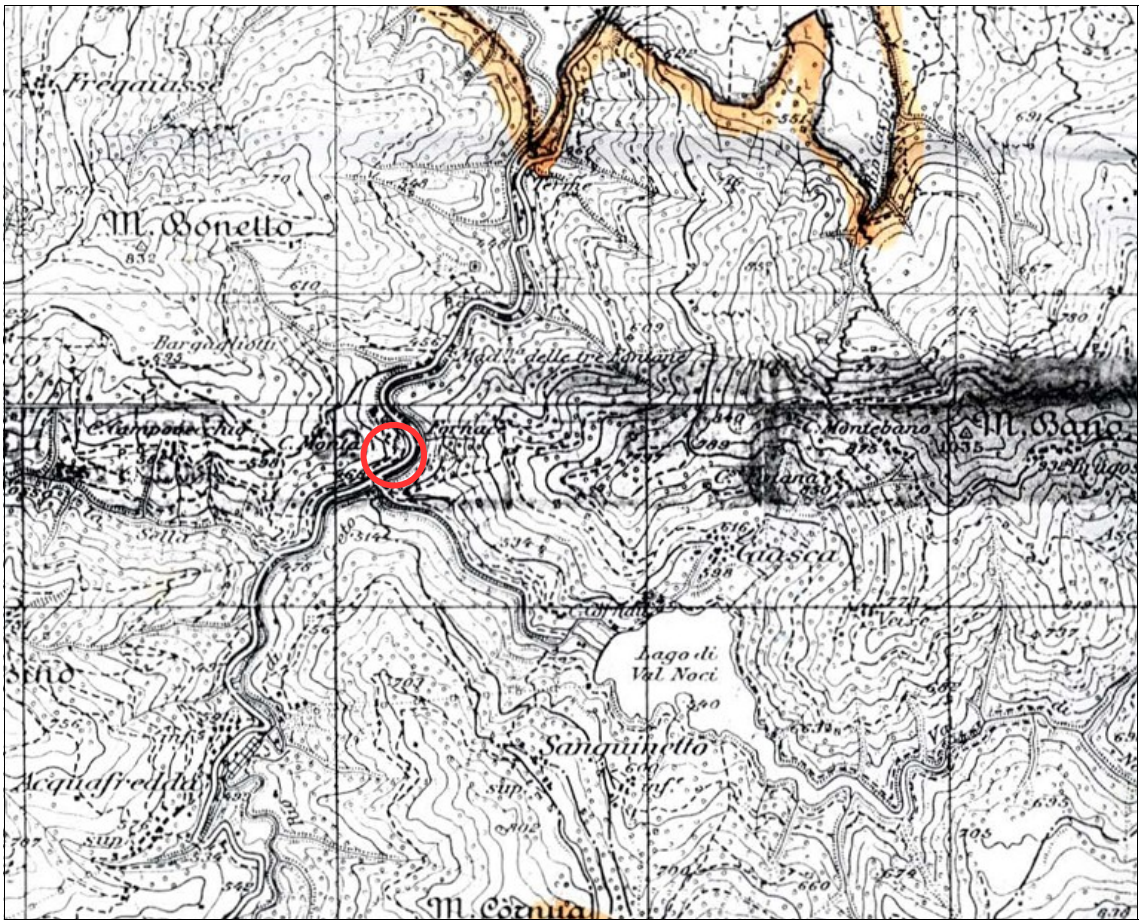
Reticolo idrografico



PTRAC - DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di cava



VINCOLO IDROGEOLOGICO

LEGENDA

Area di studio


COMUNE DI Montoggio

Vincolo di terreni per scopi idro-geologici imposto a norma dell' art. I. della legge 30 dicembre 1923, N. 3267.

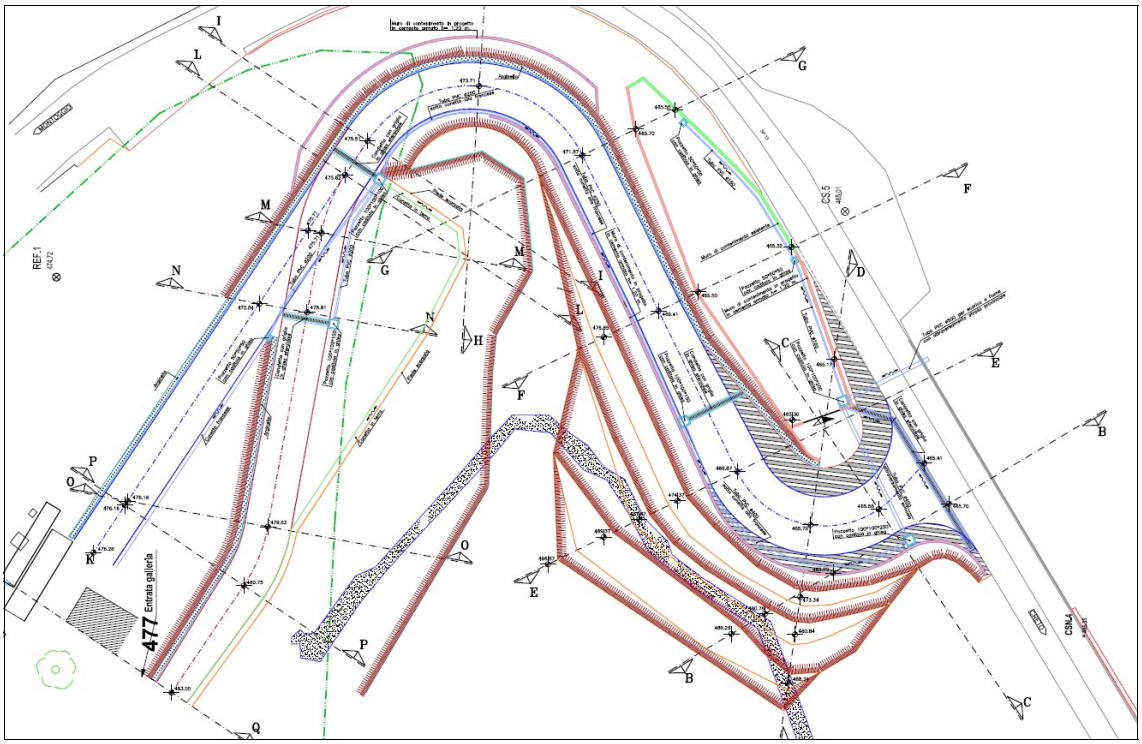
LEGGENDA

Confine di COMPLESSO VINCOLATO.

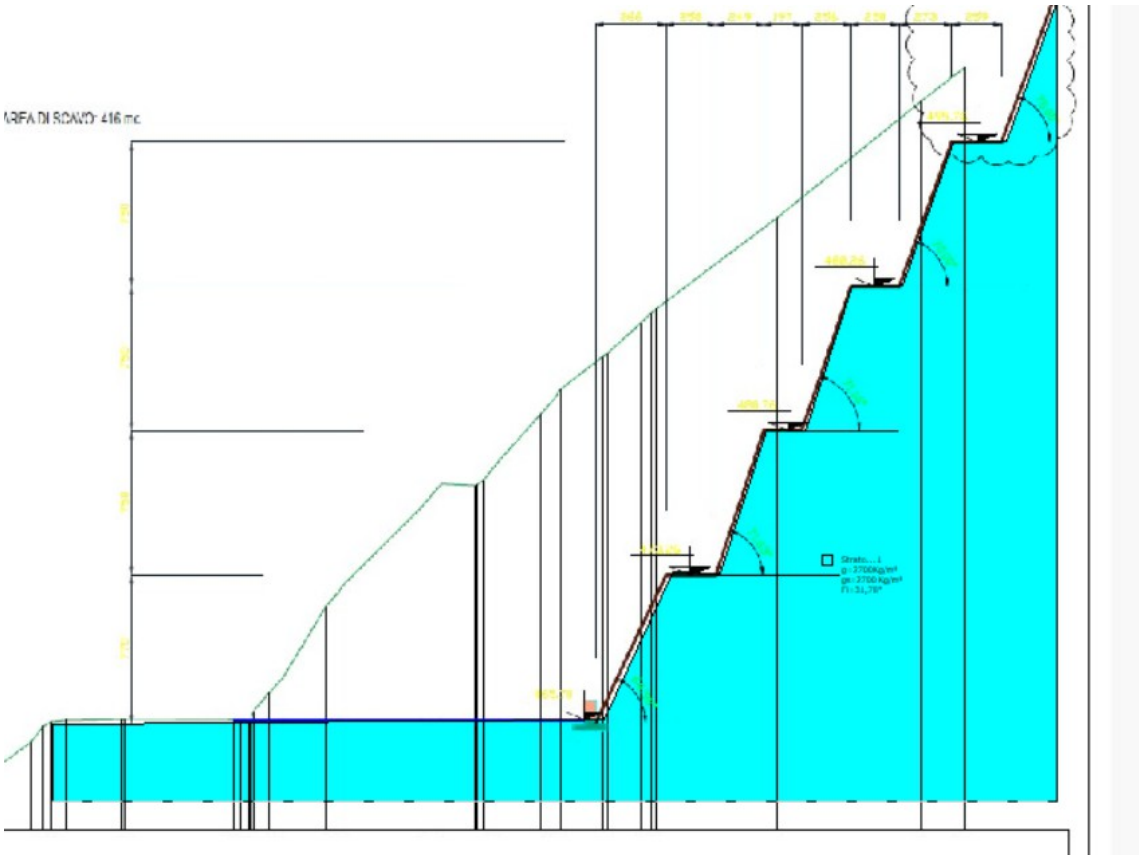
Linea di divisione fra le ZONE VINCOLATE.

SOTTOZONA di terreni esclusi dal vincolo.

Richiamo alla mappa catastale.



PLANIMETRIA DI PROGETTO



SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA B

LEGENDA

CALCARE DEL MONTE ANTOLA

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: STRADA DI ACCESSO DELLA CAVA



FOTO 2: STRADA DI ACCESSO DELLA CAVA – FRONTE, BEN VISIBILE LA STRATIFICAZIONE S0



FOTO 3: STRATIFICAZIONE S0 E DISCONTINUITÀ K1 E K2