

DOMANDA NUOVA AUTORIZZAZIONE DI
COLTIVAZIONE DELLA CAVA DI
CALCARE PER COSTRUZIONE
DENOMINATA "S.LORENZO"
(Art. 10,12 L.R. 13/2018)



TITOLO TAVOLA:

RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA

N. ELABORATO

02

COMMITTENTE:

SOAVE EDILSTRADE srl
Via San Lorenzo, 125
SOAVE (VR)

IL LEGALE RAPPRESENTANTE:

REDAZIONE PROGETTO :



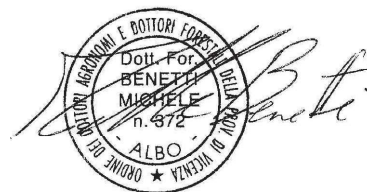
GeoBi
GeoBi S.R.L.
Via San Lazzaro, 191/a - VICENZA
e-mail info@geobi.eu

I PROGETTISTI

dott. geol. Giuseppe Franco DARTENI



dott. for. Michele BENETTI



DATA EMISSIONE:

OTTOBRE 2022

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

1. OGGETTO

Cava di calcare per industria denominata "San Lorenzo" in Comune di Soave (VR).

Autorizzazione: D.G.R. n. 2845 del 29.09.2009.

Oggetto istanza: **Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare costruzione denominata S. Lorenzo. Provvedimento Art. 10,12 L.R. 13/2018**

2. PREMESSA

I motivi che hanno portato alla presentazione della presente domanda di nuova autorizzazione alla coltivazione della cava S. Lorenzo, sono principalmente riconducibili alla necessità del proponente di ultimare i lavori di coltivazione e ricomposizione ambientale come da progetto approvato con D.G.R. 2845/2009.

In seguito alla domanda acquisita al protocollo n. 348013 del 05.08.2019, la Regione Veneto con Decreto n. 243 del 29.05.2020, aveva prorogato i lavori di estrazione fino al 31.07.2022 e quelli di sistemazione fino al 31.12.2022.

Ai sensi dell'art. 12, comma 3 della L.R. 13/2018, il termine dei lavori di coltivazione può essere prorogato una sola volta e per un periodo non superiore alla metà del periodo stabilito dall'autorizzazione originaria.

Il progetto definitivo è composto dagli elaborati indicati al comma 2 dell'art. 8 della Legge regionale n. 13/2018 e redatto secondo le indicazioni contenute nell'Allegato alle norme tecniche attuative del PRAC.

L'azienda Soave Ediltrade, nell'ambito del presente progetto, ha proceduto alla redazione di una istanza di verifica di assoggettabilità, trasmessa a mezzo posta elettronica certificata (PEC) del 20/06/2022 acquisita dagli Uffici della Direzione Valutazioni Ambientali, Supporto Giuridico e Contenzioso – Unità Organizzativa V.I.A. al protocollo 282737, 283150, 283151, 283154 in data 23/06/2022.

Con Decreto n. 73 del 27.09.2022, il progetto ha avuto parere favorevole all'esclusione dalla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, di cui al Titolo III° della Parte Seconda del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii..

3. LOCALIZZAZIONE

Individuazione Cava "S.Lorenzo":

Regione: Veneto

Provincia: Verona

Comune: Soave

Altitudine cava (quota p.c. media s.l.m.): 41 m

L'area di interesse, ubicata nel territorio del Comune di Soave lungo la propaggine meridionale della dorsale dei Monti Lessini che si trova a est del centro di Soave.

Il sito estrattivo giace sul versante orientale del Monte Tondo (q=109.3 m slm) in Comune di Soave; tale rilievo si estende verso sud fino a passare alla pianura.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	 GeoBi

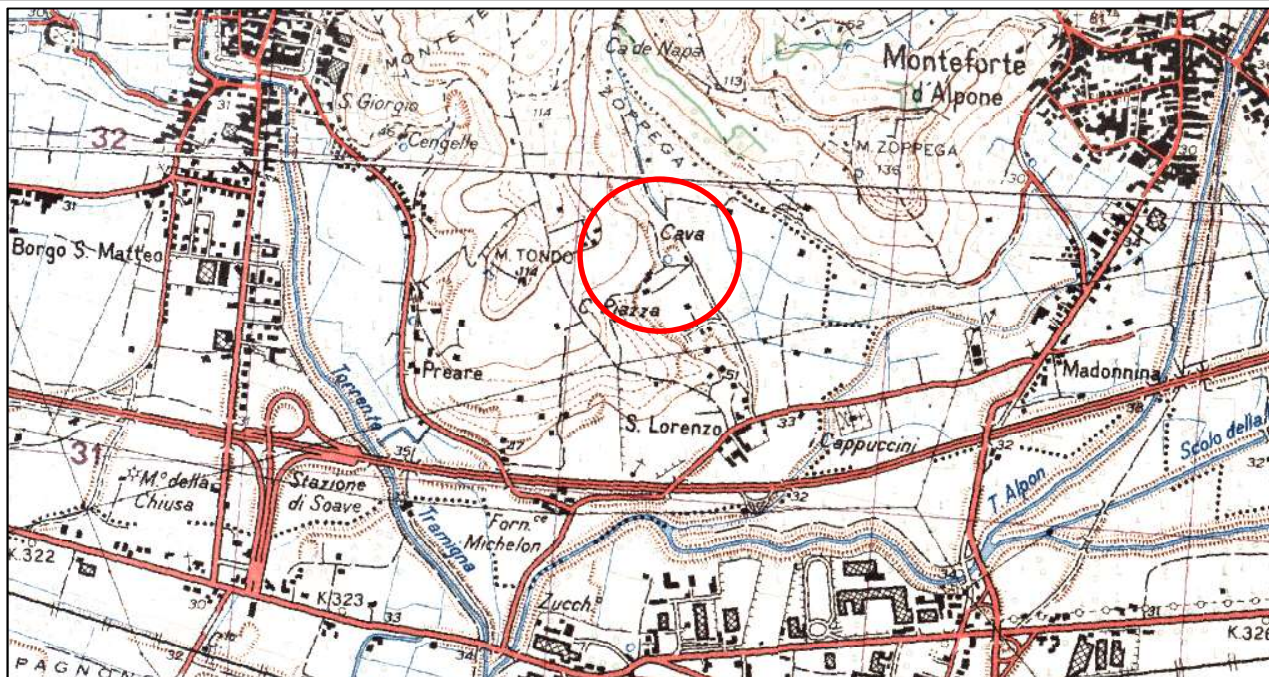


Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento su IGM

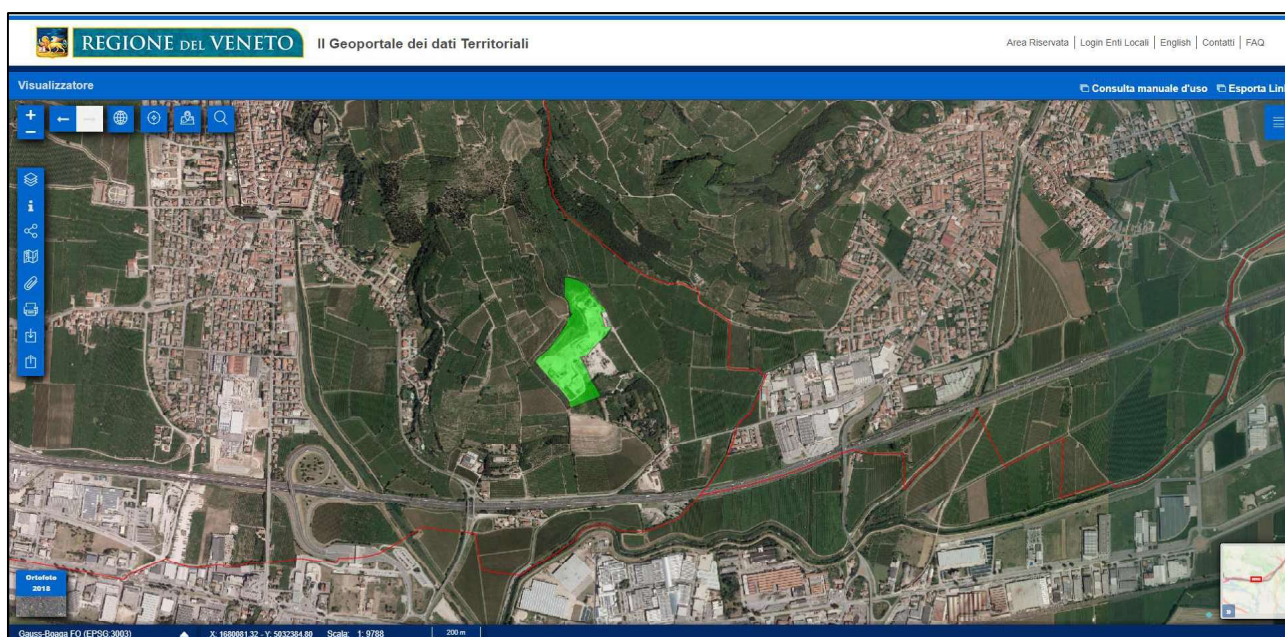


Figura 2 – Ortofoto 2018 con indicazione del limite di intervento. Fonte dei dati: Geoportale Regione Veneto

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

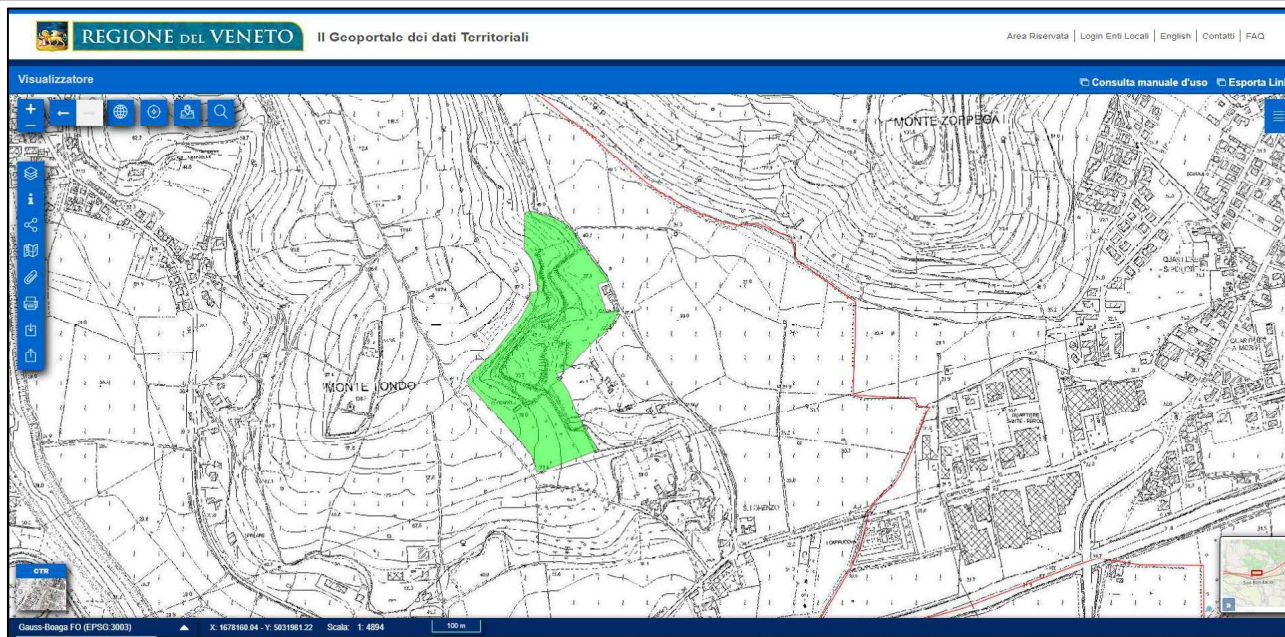


Figura 3 – Estratto Carta Tecnica Regionale indicazione del limite di intervento. Fonte dei dati: Geoportale Regione Veneto

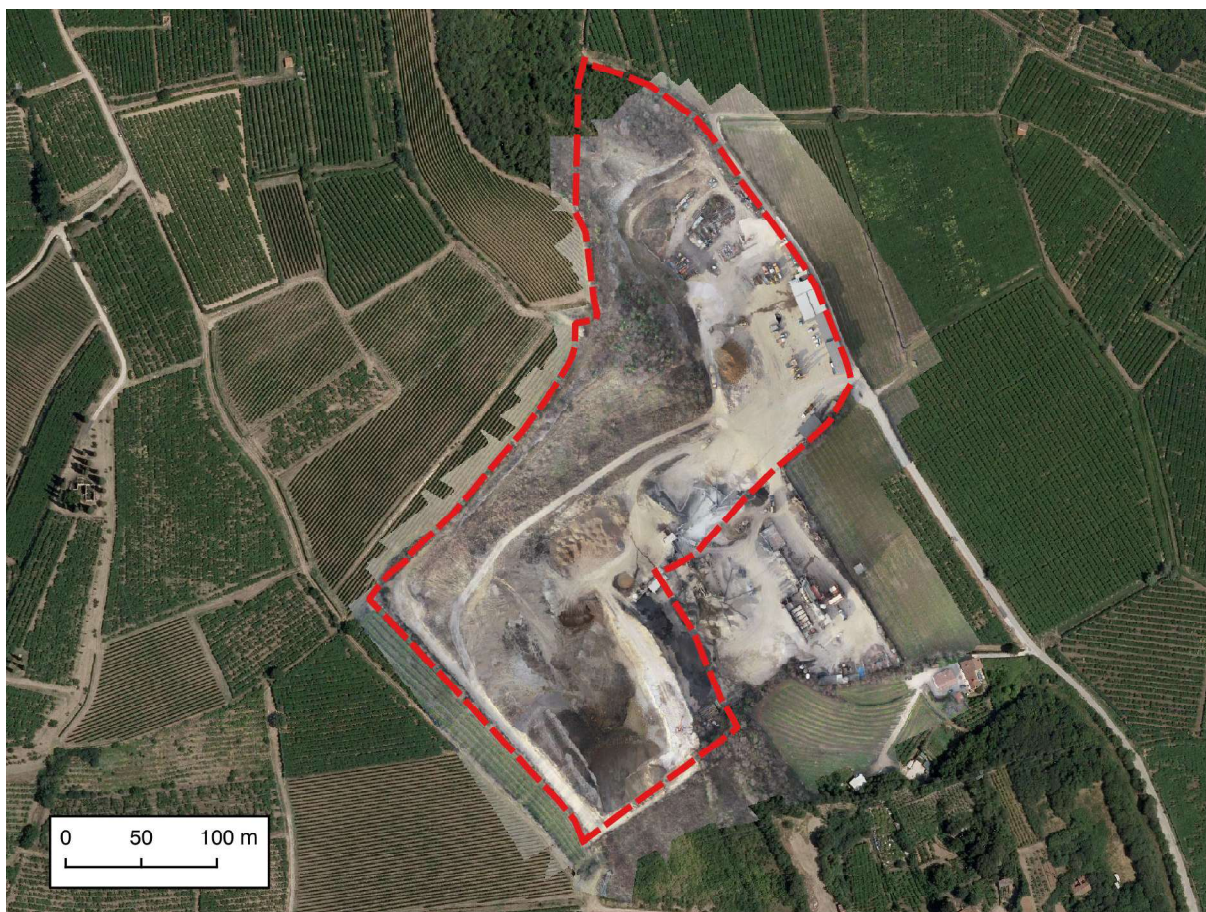


Figura 4 – Estratto Ortomosaico dell'area di cava

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E TETTONICO GENERALE

L'area in esame è ubicata lungo il versante orientale della dorsale lessinea del Monte Tondo (109.3 m slm). L'area di cava esistente si trova lungo le pendici del monte e si affaccia sullo sbocco in pianura, ad una quota compresa fra i 37 m slm e gli 80 m slm circa.

In generale la morfologia dell'area è legata principalmente alla presenza delle dorsali dei Monti Lessini che con andamento nord-sud si immergono sotto la coltre alluvionale della Pianura Padana. La piastra lessinea è solcata da estese e talora strette incisioni vallive disposte a ventaglio verso sud, il cui orientamento sembra coincidere con quello delle direttrici tettoniche della regione.

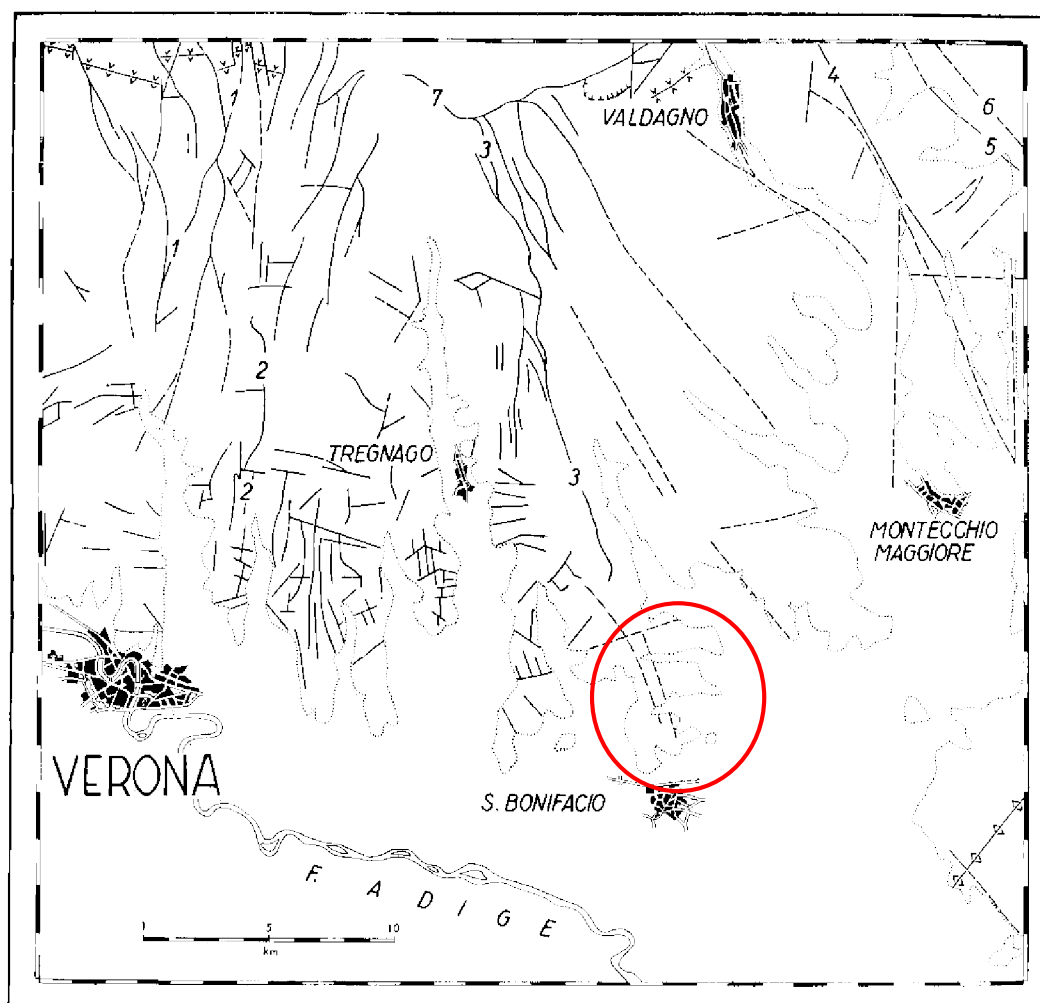


Figura 5 – Estratto di cartografia tettonica dell'area in esame

Nel quadro tettonico generale i lineamenti strutturali lessinei possono essere identificati in un complesso di fratture e faglie con disposizione a ventaglio, il cui vertice si trova a nord; verso ovest prevalgono le dislocazioni il cui orientamento è riferibile a quello della ben nota “Linea delle Giudicarie” (NNE-SSO), mentre a est predominano i disturbi tettonici con direzione parallela a quella della “Linea Schio-Vicenza” (NNO-SSE). In corrispondenza delle dislocazioni principali si notano numerose complicazioni tettoniche minori, alcune parallele, altre trasversali rispetto a quelle maggiori.

Le azioni dinamiche che determinarono questi numerosi ed estesi disturbi tettonici si verificarono già durante l'Eocene, quando cioè si ebbero le grandi manifestazioni vulcaniche della regione lessinea. Infatti proprio in questo periodo si formarono

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

numerosi centri eruttivi lungo linee ben precise, il cui orientamento risulta essere parallelo alla direzione delle maggiori linee di dislocazione più recenti. Gran parte delle vulcaniti eoceniche mostrano inoltre gli effetti delle fasi tardive del corrugamento alpino, essendo esse stesse più volte dislocate.

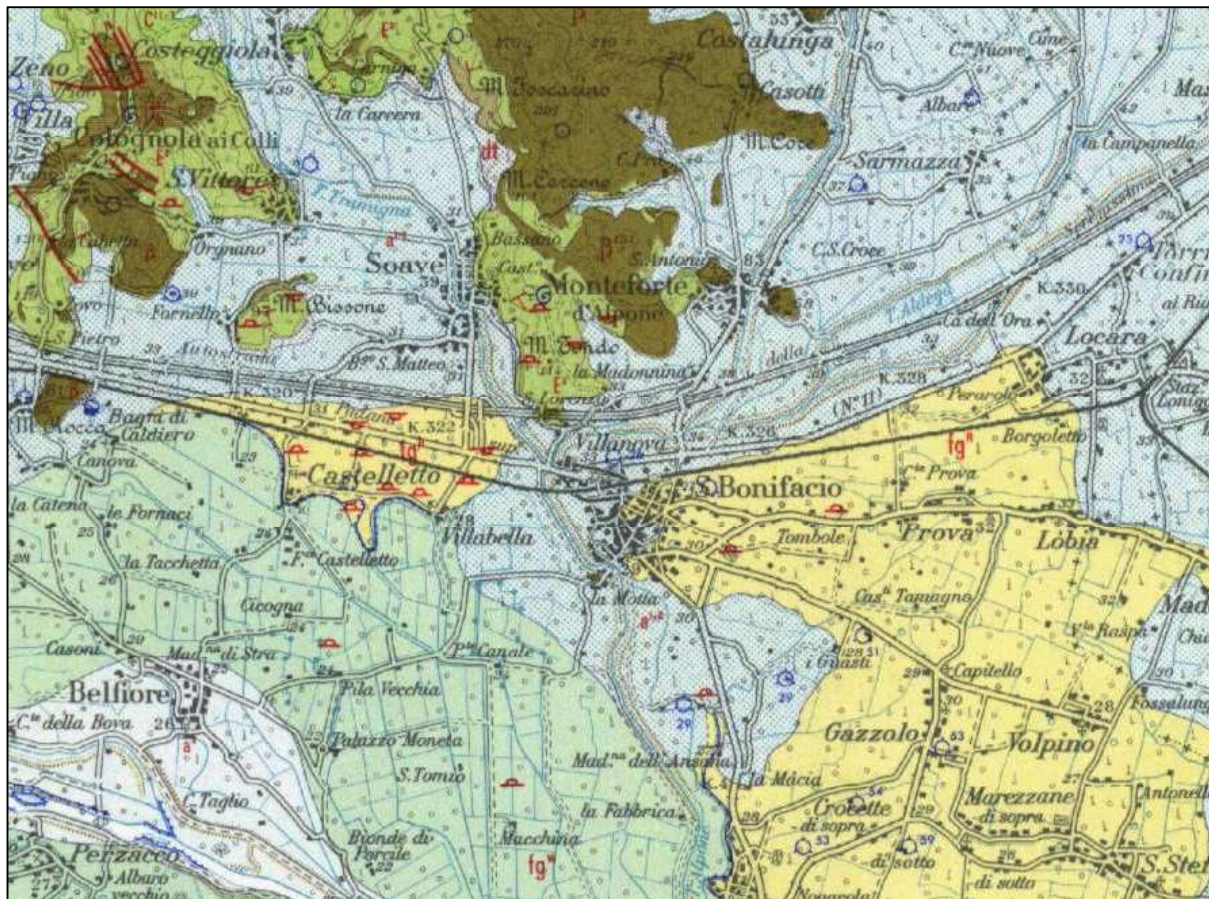
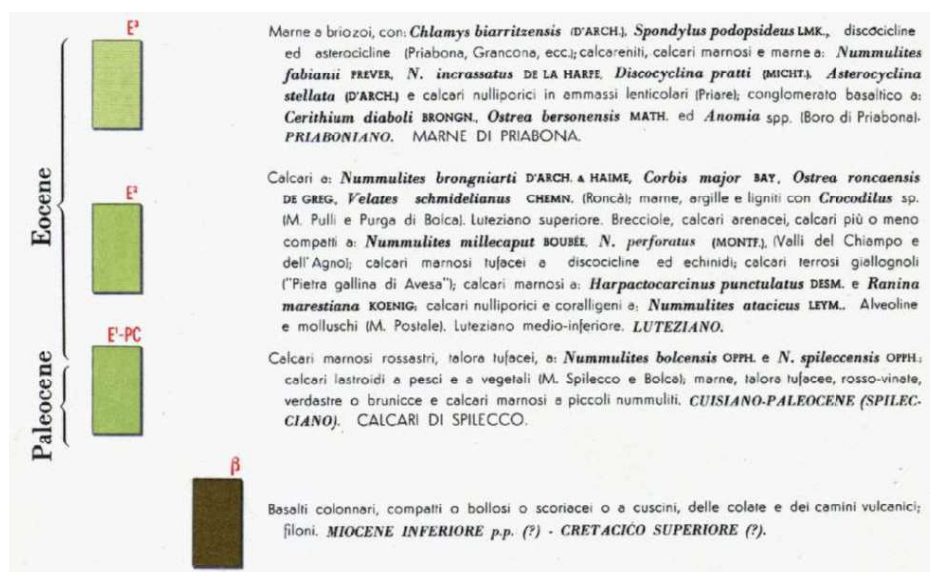


Figura 6 – Estratto della Carta Geologica d'Italia - Foglio 49 "Verona"



oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

La morfologia dominante è rappresentata dagli orientamenti delle valli analoghi a quelle delle principali direttrici tettoniche, nella zona di interesse in particolare prevalgono gli orientamenti Nord-Sud. Gli agenti esogeni modellarono poi i rilievi in maniera selettiva in conformità della natura litologica dei terreni.

La successione stratigrafica che caratterizza l'area in esame è costituita da litotipi di età terziaria di natura sedimentaria e di natura vulcanica. Più nel dettaglio, nell'area di interesse **domina la formazione rocciosa carbonatica normalmente indicata col nome di Calcari a Nummuliti**. Queste rocce, di natura sedimentaria, si sono originate circa 45 milioni di anni fa. La loro giacitura è localmente caratterizzata da uno strike disposto in direzione ENE-OSO e da una immersione verso SE di circa 10 gradi.

Nelle note illustrative relative al foglio 49 "Verona", tale formazione viene così descritta:

"CALCARI NUMMULITICI" - Calcari di Roncà e Soave a Nummulites brongniarti D'ARCH., calcari marnosi a Discocyclina; calcari compatti a N. millecaput BOUBEE, N. perforatus (MONTFORT) e nullipore; calcari puddingoidi e breccioidi a nullipore ("Pietra Gallina" di Avesa); calcari ad Harpactocarinus: calcari nulliporici e coralligeni di M. Postale. Ligniti (M. Pulli, Purga di Bolca, Valle del Chiampo, Pugnello di Arzignano). (Eocene medio). Spessore massimo 120 m, non contando le intercalazioni vulcaniche.

Sono comprese nel foglio tutte le località tipo del Luteziano veneto. Purtroppo esse fanno parte di serie discontinue, inglobate entro le estesissime masse basaltiche dei Lessini medi. I rapporti stratigrafici non risultano perciò da osservazioni di campagna, ma unicamente da considerazioni paleontologiche.

I calcari nulliporici ed i calcari ad Alveoline, Coralli e Molluschi di M. Postale rappresentano, secondo R. Fabiani e R. Malaroda (1954;1960), che ne ha studiato la malacofauna, il Luteziano inferiore. Per P. Arni (1939) che ne ha esaminato i Nummuliti e per L. Hottinger (1960), che si è occupato delle Alveoline, la località sarebbe non luteziana ma cuisana.

Ad un livello più recente, del Luteziano medio, è attribuita la fauna a Molluschi di S. Giovanni Ilarione, località fossilifera non più rintracciabile.

Al Luteziano superiore va invece assegnata la località di Roncà, con i tufi ed i calcari a Nummulites brongniarti D'Arch. & Haime, Corbis major Bay. e Ostrea roncaensis De Greg., Velates schmidelianus Chem. contenenti una ricca e celebre fauna a molluschi.

Per H. Schaub (1962) il livello di Roncà corrisponde al Biarritziano. Oltre e meglio che in queste classiche località dei Lessini medi l'Eocene medio è rappresentato nelle parti meridionali delle dorsali dei Lessini occidentali, ove poggia talora sui terreni dell'Eocene inferiore o del Paleocene, e talora direttamente sulla Scaglia maastrichtiana. E' da ricordare, per queste località, in particolare la Formazione della "Pietra Gallina" costituita da calcari terrosi giallognoli, frequentemente utilizzati come materiale da costruzione. In eteropia con i suddetti calcari, moderatamente fossiliferi, si trovano dei calcari bianchi, spesso porosi o spugnosi, con Madrepore e Molluschi, dei calcari puddingosi o brecciosi a Nullipore, dei calcari più o meno compatti contenenti talora in abbondanza N. millecaput Boubée, N. perforatus Montf. e Nullipore, dei calcari marnosi tufacei a Discocycline, spesso ricchi in Echinidi (dintorni di Verona).

Immediatamente a nord dell'area in esame sono presenti rocce vulcaniche di età terziaria a composizione prettamente basaltica. Il fenomeno vulcanico che ha interessato il settore occidentale del Veneto risulta, nel caso specifico, più recente

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

della formazione calcarea in quanto sono presenti, all'interno del complesso dei calcari a nummuliti, filoni basaltici che tagliano la formazione in tutta la sua estensione verticale.

Le altre unità litologiche localmente riscontrabili sono costituite dalle "Alluvioni terrazzate grossolane e minute dell'Adige e alluvioni dei corsi d'acqua sbarrati dalla antica conoide dell'Adige" presenti nel fondovalle alluvionale.

I rilievi presentano una morfologia ondulata modellata prevalentemente dai processi torrentizi. Esiste un forte condizionamento litologico-strutturale sul reticolo idrografico che risulta particolarmente evoluto, di tipo pennato che tende ad evolvere in tipo dendritico, in corrispondenza delle formazioni vulcaniche, generalmente poco permeabili o impermeabili, e meno sviluppato in corrispondenza dei termini calcarei, più permeabili per fratturazione e carsismo. I processi di modellamento del versante hanno dato luogo a ondulazioni morbide e pendenza dolci.

Cambi di pendenza, che hanno generato scarpate o terrazzi di modesta estensione, sono presenti soprattutto nelle rocce calcaree più competenti (Scaglia Rossa e Calcari Nummulitici) e nelle incisioni vallive più pronunciate. Ove presenti, i basalti colonnari, più resistenti all'erosione, formano versanti più inclinati e sommità a cupola. I cigli di scarpata sono generalmente soggetti a fenomeni di degradazione o di crollo.



Figura 7 – Scarpate di cava

Nelle vicinanze dell'attuale area di cava viene segnalata, a livello di pianificazione Regionale, la presenza di alcune grotte carsiche la cui ubicazione è riportata in Figura 8, inoltre sono state inserite anche le grotte presenti nella microzonazione sismica del comune di Soave, di cui non si hanno informazioni in merito.

Di seguito si riporta un estratto della tabella degli attributi dello shapefile "Grotte" facente parte del PTRC della Regione Veneto approvato nel 2020, relativo alle grotte di interesse.

NUMERO	LOCALITA'	AREA CARSICA	DENOMINAZIONE	SVILUPPO [m]	RILEVATORE	DATA RILEVAMENTO	QUOTA	X	Y
328	VIATELLE	ML11	POZZO VIATELLE 2	0	non rilevata	01/01/2010	75	1676473.7	5031807.3
331	CENGELLE	ML11	BRECCIA DI ZOPPEGA	27	F. MOLON	01/01/2018	70	1677038.8	5031823.2
490	CENGELLE	ML11	POZZO DEL TENDA	7	A. PASA	01/01/1939	120	1676485.9	5032147.4
491	CENGELLE	ML11	POZZO CENGELLE	0	non rilevata	01/01/2010	70	1676515.4	5031870.3
492	CENGELLE	ML11	POZZO CENGELLE 2	0	non rilevata	01/01/2010	75	1676555.4	5031995
493	VIATELLE	ML11	POZZO VIATELLE	0	non rilevata	01/01/2010	80	1676517.2	5031808.6
495	CENGELLE	ML11	POZZO DELLA CAVA SUD	0	non rilevata	01/01/2010	70	1677038.8	5031823.2
496	CENGELLE	ML11	BRECCIA DELLA CAVA NORD	0	non rilevata	01/01/2010	85	1676973.6	5031821.4
498	SAN LORENZO	ML11	POZZO DI SAN LORENZO	12	U.S.V. VERON	26/05/1974	45	1676973.6	5031049.3
500	LA CURVA	ML11	FESSURA OSSIFERA LA CURVA	1	non rilevata	01/01/2010	45	1676996.2	5031019

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

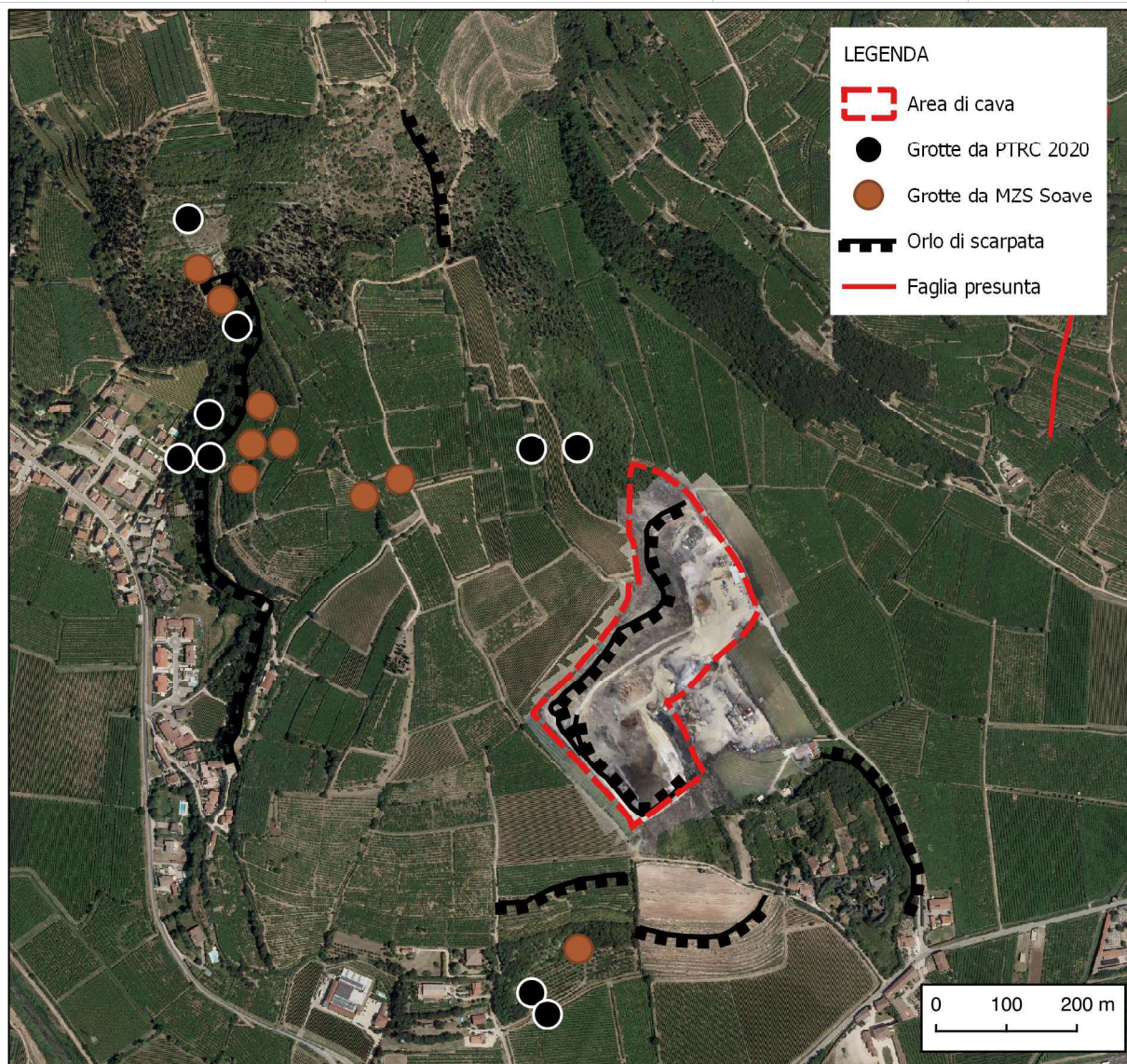


Figura 8 – Elementi geomorfologici principali in corrispondenza dell'area in esame

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Gran parte delle dorsali lessine sono costituite da formazioni calcaree e calcareo-dolomitiche frequentemente interessate da fenomeni carsici ben sviluppati. Caratteristica principale del territorio carsico è l'assenza di una rete superficiale di corsi d'acqua perenni anche in presenza di apporti meteorici consistenti.

Il Carsismo è un processo caratterizzato da un insieme di fenomeni chimici e fisici che si innescano quando le acque meteoriche vengono a contatto con rocce carbonatiche, queste ultime attaccate e disciolte danno luogo a morfologie e paesaggi del tutto particolari. Questo processo di dissoluzione è più accentuato in corrispondenza di discontinuità presenti nell'ammasso roccioso quali fratture, stratificazioni, faglie, allargandole progressivamente. Le superfici dei massicci carsici sono caratterizzate dalla presenza di forme di erosione quali doline, campi solcati, marmitte erosive, solchi, ecc.; mentre tra le forme di profondità ci sono grotte, pozzi, inghiottitoi, forre e crepacci.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

La dorsale collinare in esame è quindi caratterizzata da un acquifero di tipo carsico che interessa l'ammasso roccioso fino alla base delle formazioni carbonatiche o fino ad incontrare il livello impermeabile che costituisce il livello di base del carsismo. In corrispondenza di tale limite di permeabilità le acque vengono drenate dalle sorgenti carsiche.

Come riportato in precedenza, nelle zone limitrofe all'area di cava è segnalata la presenza di grotte carsiche a testimonianza che i calcari a nummuliti sono interessati da fenomeni carsici.

5.1. Permeabilità

Dal punto di vista idrogeologico le litologie che caratterizzano l'area di cava possono essere ricondotti, sulla base della capacità d'infiltrazione delle acque meteoriche e della loro percolazione nel sottosuolo a **terreni mediamente permeabili**, costituiti da calcari nummulitici; il grado di permeabilità è variabile in quanto è legato alla disposizione, continuità e frequenza delle fratture ed al grado di alterazione e degradazione della roccia.

In vicinanza dell'area di cava inoltre sono presenti:

- **terreni poco permeabili**, dati dalle vulcaniti non fratturate, depositi di conoide prevalentemente argillosi e corpi di frana in matrice argillosa.
- **terreni praticamente impermeabili**, dati dai depositi a tessitura prevalentemente sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità delle valli laterali e delle alluvioni del fiume Adige. Sono depositi recenti che presentano un minor sviluppo della pedogenesi, distinti dai termini più antichi che affiorano all'estremo lembo meridionale sulla base di criteri morfologici.

La **permeabilità del suolo** è una proprietà che viene in genere identificata con la misura della **conducibilità idrica satura** (K_{sat} , mm/h) e che esprime la capacità del suolo in condizioni di saturazione, di essere attraversato da un flusso d'acqua, in direzione verticale.

Dall'analisi della cartografia tematica del progetto risulta che:

- l'area di cava e il suo immediato intorno fanno parte di unità calcaree,
- nell'area collinare limitrofe sono presenti basalti e vulcaniti con i relativi depositi superficiali di tipo eluviale e colluviale,
- i depositi vallivi sono di tipo alluvionale.

Da evidenziare che per l'ammasso roccioso collinare la permeabilità può essere primaria, specie per i termini sabbiosi, ma soprattutto secondaria per fratturazione e/o carsismo.

Per quanto riguarda i litotipi rocciosi si sono distinti:

UNITA' IDROGEOLOGICA	GRADO DI PERMEABILITA'	SPECIFICHE
U.I. 1	Rocce mediamente permeabili per fessurazione ($1 < k < 10^{-4}$ cm/s)	Costituiscono acquiferi con capacità di infiltrazione e circolazione per fratturazione. Appartengono a questa classe: ➤ <i>Calcari nummulitici</i>
U.I. 2	Rocce praticamente impermeabili ($k < 10^{-6}$ cm/s)	Questi terreni rappresentano i livelli di base della circolazione idrica sotterranea. Nel rilievo sono presenti in forma di livelli intercalati ai terreni più permeabili e sono: ➤ <i>Prodotti vulcanoclastici: tufi e brecce basaltiche</i>

Per quanto riguarda i depositi sciolti si sono distinti:

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

UNITA' IDROGEOLOGICA	GRADO DI PERMEABILITA'	SPECIFICHE
U.I. 3	Depositi praticamente impermeabili ($k < 10^{-6}$ cm/s)	Appartengono a questa classe: ➤ <i>Depositi a tessitura prevalentemente sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità delle valli laterali e delle alluvioni del fiume Adige</i>

6. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE LOCALI

Al fine di caratterizzare dal punto di vista litologico, stratigrafico e sismico l'area di studio, è stata condotta una campagna d'indagine che ha previsto la realizzazione di:

- N° 2 indagini sismiche (HVSr1 e HVSr2);
- rilievi geomeccanici;
- N° 1 rilievo geologico di dettaglio.

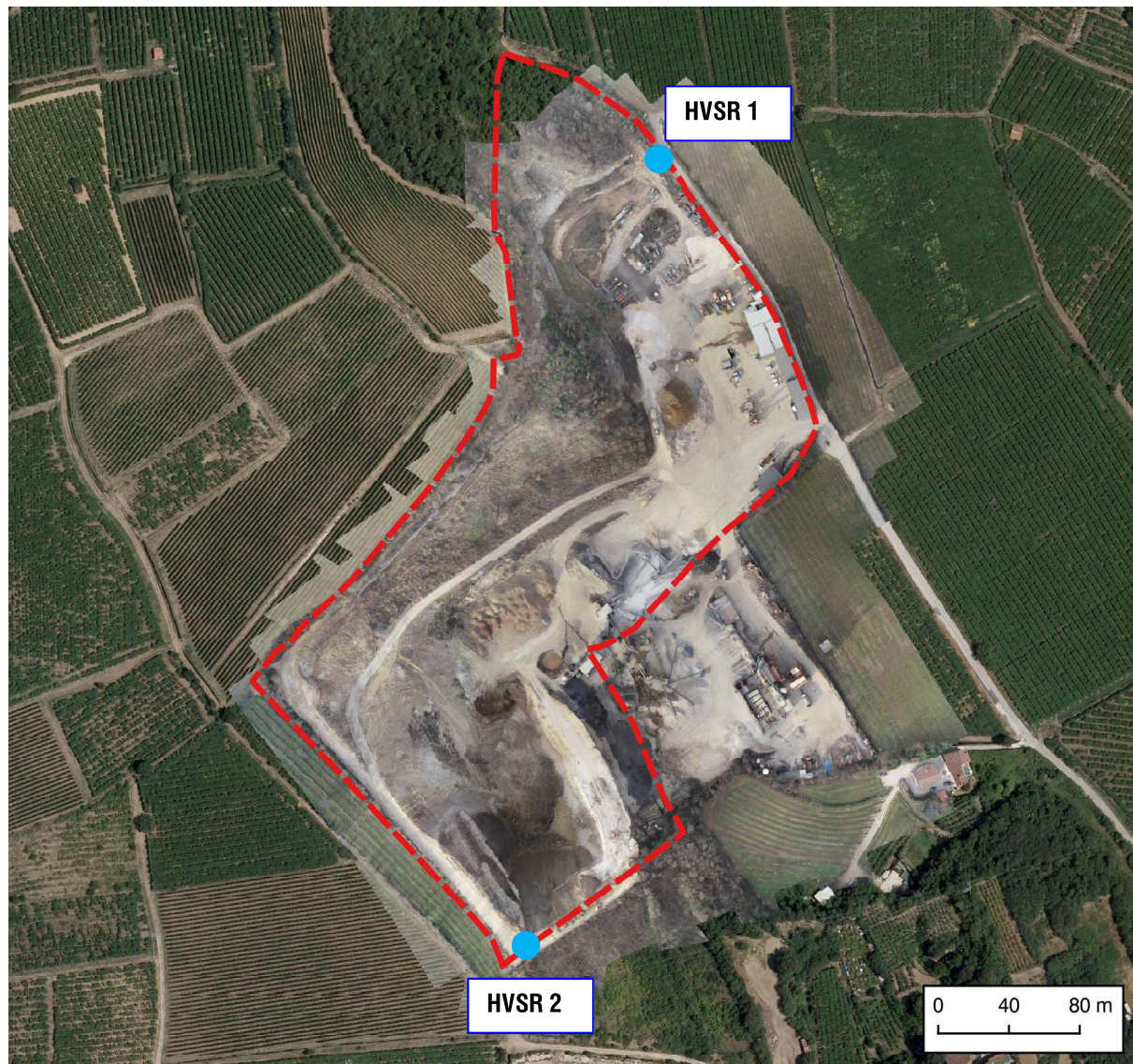


Figura 9 - Ubicazione indagini geognostiche

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	 GeoBi

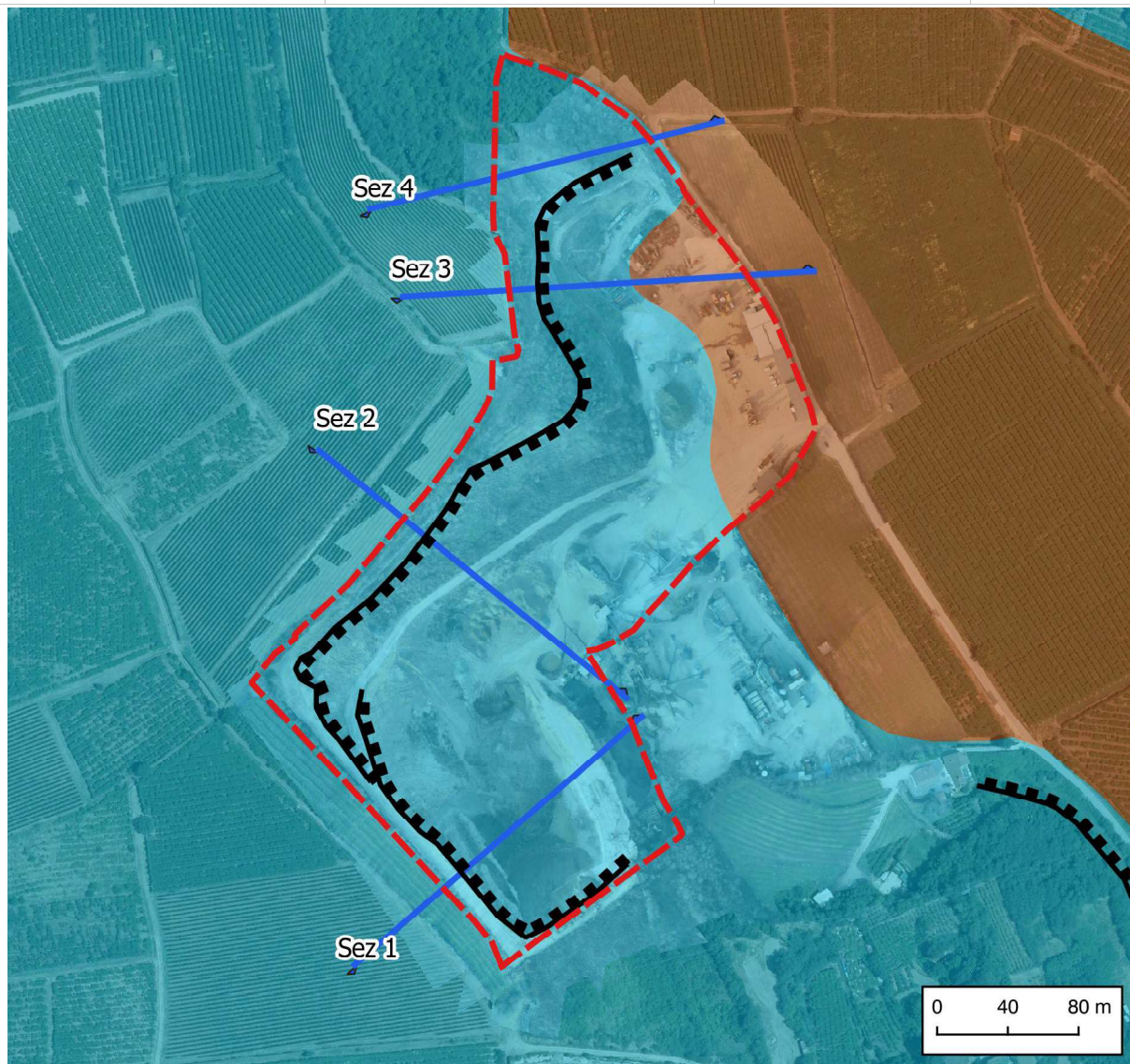


Figura 10 - Carta Geologica dell'area di cava

Sulla base delle indagini effettuate, è stato quindi possibile ricostruire l'assetto geolitologico dell'area in esame, sia per i litotipi appartenenti al substrato roccioso, sia ai terreni della copertura quaternaria, come rappresentato negli estratti della Carta Geologica, presente in Allegato 1, e nella sezione geologica, estratta dalla Allegato 3 – Sezioni Geologiche, riportati di seguito.

Dagli studi e indagini eseguite nell'area di studio, per quanto riguarda l'area di cava e di ampliamento è possibile schematizzare la seguente stratigrafia di dettaglio: a partire dal piano campagna si ha localmente la presenza di terreni di copertura eluvio colluviali e di detrito di falda, nelle aree ancora non interessate dall'attività di coltivazione, al di sotto dei quali si rinviene la presenza di calcari compatti che costituiscono il banco utile.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Sez. n. 2
Scala : 1000:1000
Q.Rif. : 30.00

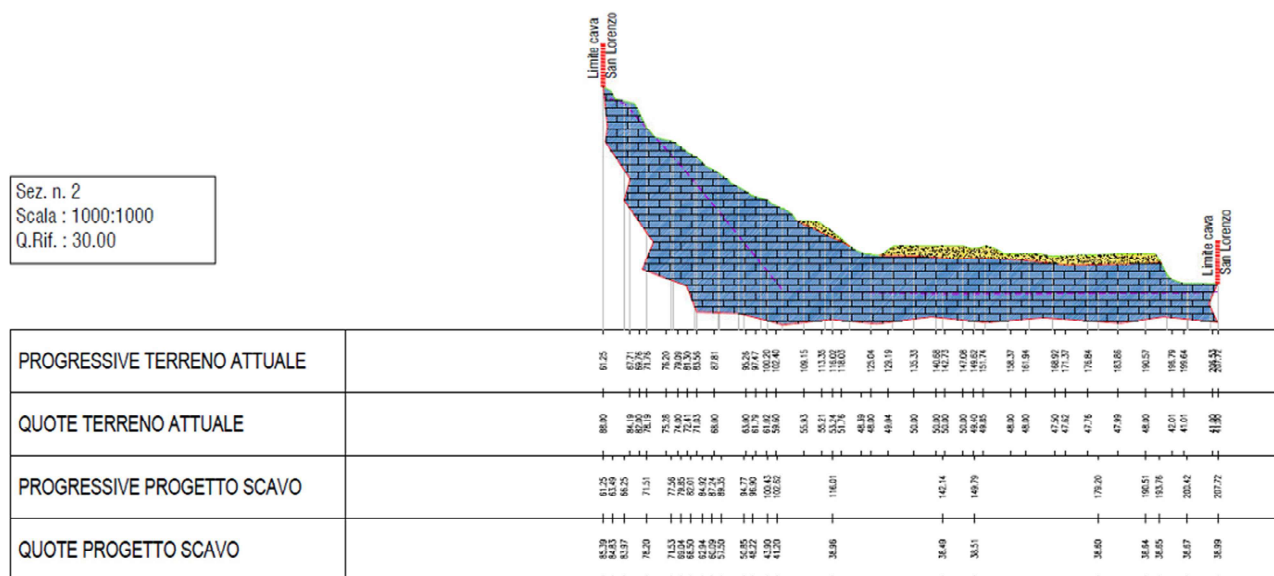


Figura 11 – Sezione Geologica n.8, non in scala

7. RILIEVO GEOMECCANICO

Lo studio in esame si è avvalso di un'analisi geomeccanica di dettaglio effettuato attraverso un criterio areale che ha previsto la raccolta di dati random in corrispondenza dell'area interessata, sia su vecchie che su nuove pareti di scavo della cava.

A tale scopo ci si è concentrati al riconoscimento delle condizioni di stabilità e sul rilevamento dei parametri significativi delle principali discontinuità.

Il pattern fessurativo caratteristico dell'area della Cava "San Lorenzo" si presenta come l'elemento di maggior rilievo che condiziona la qualità geomeccanica dell'ammasso roccioso e le sue condizioni di stabilità.

Dallo studio condotto si è potuto osservare che l'ammasso roccioso è suddiviso da tre famiglie di fratture e una di discontinuità rappresentata dalla stratificazione pervasiva dello stesso, come meglio specificato in seguito, che determinano volumi rocciosi mediamente grandi, di forma prismatica la cui diversificata intersezione nell'area determina, a volte, colonne di roccia ben evidenti.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	



Figura 12 – Uno dei siti ispezionati durante l'analisi geomeccanica

L'analisi si è focalizzata sulla descrizione dell'ammasso roccioso prendendo in esame le caratteristiche della roccia e delle discontinuità. Tale indagine si è svolta a livello degli affioramenti mediante la raccolta di dati random.

Per tutte le discontinuità individuate sono stati acquisiti i seguenti parametri:

- Orientazione
- Numero di famiglie
- Tipo di discontinuità
- Spaziatura
- Persistenza
- Scabrezza (JRC)
- Apertura
- Volume unitario J_v
- Riempimento
- Presenza d'acqua

Per quanto riguarda la matrice rocciosa si è valutato la resistenza a compressione monoassiale (JCS) mediante l'utilizzo del Martello di Schmidt.

La metodologia adottata per la descrizione dei parametri rilevati si basa su quanto proposto dall'ISRM (1978).

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Ai fini di una migliore comprensione dei dati descritti in seguito, si ritiene utile riportare una descrizione sommaria dello stato attuale della cava. Questa si sviluppa principalmente N-S suddivisa in pareti con lunghezze che vanno dai 20 ai 50 m. Alcune di queste pareti (la cui altezza media è di circa 40 m) sono suddivise in gradoni aventi un'altezza di circa 10-15 m.

Orientazione, numero di famiglie e tipo di discontinuità

Secondo i dati raccolti si sono identificati 4 sistemi di discontinuità principali in tutta l'area:

- Sistema 1: Stratificazione N 190°-10°
- Sistema 2: Fratture minori con direzione N 180° subverticali
- Sistema 3: Fratture minori N 240°-50°
- Sistema 4: Fratture maggiori con direzione N 140° subverticali

Spaziatura e persistenza

I diversi sistemi identificati presentavano differenti e caratteristiche spaziature e persistenze.

- Sistema 1: nel caso della stratificazione, la spaziatura media è pari a 20 cm. La persistenza del sistema può essere ragionevolmente considerata pari alla scala dell'ammasso.
- Sistema 2: in questo caso la spaziatura identificata è abbastanza variabile ma con una media di circa 2,5 m. La persistenza è generalmente su tutta la parete di roccia, occasionalmente interrotta dall'incrocio con altre fratture.
- Sistema 3: la spaziatura è difficilmente definibile in quanto queste fratture si ritrovavano su differenti pareti e non è stato quindi possibile correlarle. La loro persistenza è su tutta la parete.
- Sistema 4: la distanza media è di circa 5 m con una persistenza su tutta la parete.

Scabrezza (JRC)

Questo indice è stato misurato con il Pettine di Barton e fornisce informazioni sull'asperità a scala millimetrica delle discontinuità rilevate.

Dall'analisi condotta è stato possibile definire che le discontinuità di tipo tettonico hanno un valore medio pari a 12 mentre le discontinuità di tipo stratigrafico presentano una media di 5.

Apertura, riempimento e presenza d'acqua

La quasi totalità delle discontinuità non presentava né apertura, né riempimento, né presenza d'acqua. Solo in un caso, riguardante una frattura maggiore con direzione N 140°, si è riscontrata un'apertura di circa 50 cm con scarso riempimento dato da ghiaia e massi e scarsa presenza d'acqua. Inoltre tale frattura risultava essere debolmente incarsita.

Volume unitario Jv e RQD

L'indice Jv (Volumetric Joint Count) è stato definito come la somma del numero di giunti per metro per ogni set di discontinuità presente.

Nel caso specifico, l'indice Jv ottenuto è stato pari a 4 giunti/m³

Questo restituisce un RQD (secondo la formula di Palmstron -1982-) pari a 100%.

Resistenza a compressione monoassiale (JCS)

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Il JCS (Joint Compressive Streght) è un parametro estremamente importante che offre una stima della resistenza alla compressione uniassiale del giunto, da cui dipende la stessa resistenza al taglio della discontinuità. Tale prova viene eseguita tramite l'uso del Martello di Schmidt, uno strumento che misura l'energia del rimbalzo.

I dati così ottenuti sono stati poi mediati e, a seconda dell'orientazione del martello durante la prova, trasformati in resistenza a compressione uniassiale.

Avendo fatto due gruppi di prove distinti per orientazione del martello si sono ottenuti i seguenti valori medi:

- 25 che corrisponde ad un valore di resistenza pari a 40 MPa
- 46 che corrisponde ad un valore di resistenza pari a 140 MPa

La cui media è risultante è stata di 120 MPa.

Classificazione geomeccanica

La classificazione geomeccanica adottata per la determinazione della classe di qualità dell'ammasso roccioso è stata quella proposta da BIENIAWSKI che consente di pervenire ad una parametrizzazione dell'ammasso roccioso attraverso l'indice "RMR".

Il metodo considera i parametri geomeccanici di seguito esposti a cui viene assegnato un valore.

I parametri considerati nella classificazione RMR sono:

- JCS
- RQD (Rock Quality Designation)
- spaziatura delle discontinuità
- condizioni dei giunti
- condizioni idrauliche dei giunti

Nel caso in analisi si è ottenuto un **RMR pari a 62**, che inserisce l'ammasso in classe II e lo classifica con la classe di qualità "Buono".

Secondo tale classificazione è stato possibile assegnare all'ammasso roccioso i seguenti intervalli di valori dei parametri di resistenza:

Coesione: 300-400 KPa

Angolo d'attrito: 35°-45°

7.1. Caratteristiche geotecniche dei terreni di ricomposizione

I parametri geotecnici ipotizzati per il terreno di futuro impiego nella ricomposizione ambientale sono stati i medesimi attribuiti al materiale nella Relazione Tecnica relativa al progetto di ampliamento di cava Cengi redatta da Giara Engineering nel 2014, in continuità con gli studi e le valutazioni precedentemente eseguite.

Si riportano di seguito le caratteristiche nel materiale.

Terreno di ricomposizione

TipologiaPietrame in matrice argillosa

Angolo di attrito caratteristico $\phi_k = 30^\circ$

Coesione drenata caratteristica $c' = 22$ kPa

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Modulo elastico50 MPa

Peso di volume20 kN/m³

7.2. Considerazioni sulla stabilità

Lo stato di fratturazione della roccia, unitamente al grado di alterazione della stessa, determina o meno la possibilità che si sviluppino situazioni di instabilità all'interno dell'ammasso. Tuttavia, occorre sempre considerare l'orientazione del fronte rispetto a quella dei giunti principali e valutare le dimensioni dei volumi rocciosi unitari coinvolti nei possibili distacchi.

I fronti esaminati nell'area di cava si caratterizzano per la presenza di sistemi di discontinuità variamente persistenti, perlopiù chiusi e con spaziatura variabile su scala decimetrica – metrica.

In ogni caso, durante tutta la fase di coltivazione della cava, i fronti di scavo saranno oggetto di controlli e verifiche della stabilità, così come previsto dalle norme di polizia mineraria. In tal modo, ove si verificassero situazioni non previste di potenziale instabilità, verranno tempestivamente attuati i necessari interventi, da valutarsi al bisogno. Se necessario potrà essere eventualmente prevista una riduzione della pendenza degli scavi.

Inoltre si sottolinea che i fronti di scavo, al termine dei lavori di ricomposizione, saranno in gran parte tombati dal riporto del materiale in esubero derivante dalle lavorazioni al fine di conferire alle porzioni basali dei pendii una pendenza finale pari a poco più di 30° sull'orizzontale.

Alla luce di quanto emerso si può confermare la validità della zonazione geomeccanica in termini di proprietà geomeccaniche dell'ammasso e della sua resistenza globale anche per la zona di ampliamento in esame.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

8. CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

Si riporta di seguito la mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'Istituto di Geofisica e di Vulcanologia (INGV).

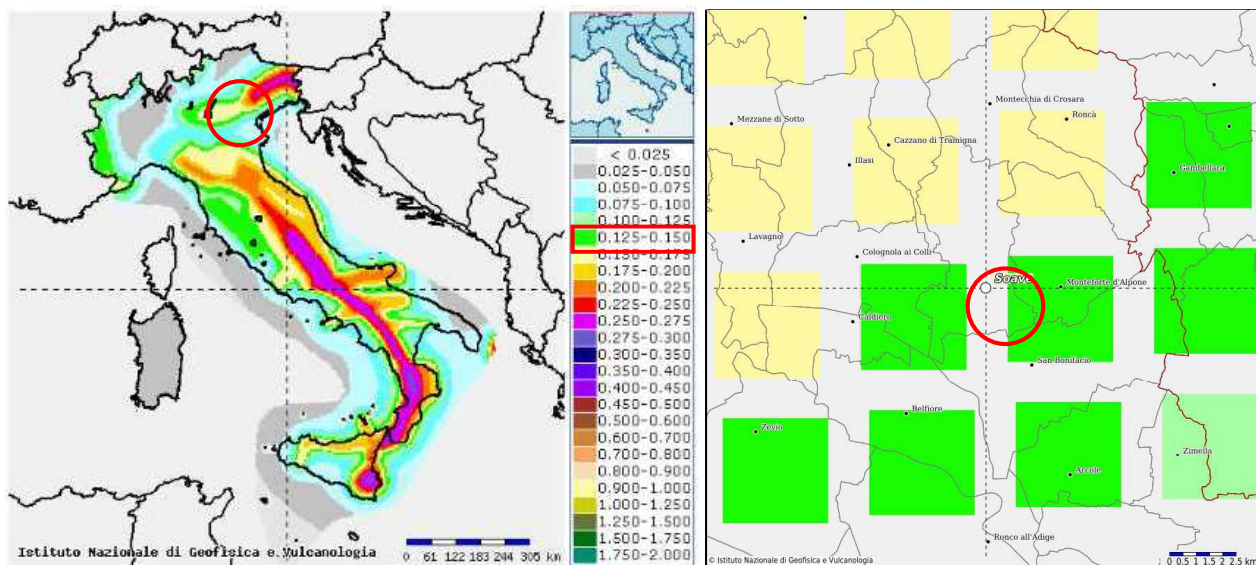


Figura 13 – Mappe sismiche tratte da sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Secondo la classificazione dell'OPCM 3519/06 dalla G.U. n.108 del 11/05/06 "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*", il territorio comunale di Soave sono inseribili interamente nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subplaneggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra 0,125 g e 0,150 g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile), ovvero in **Zona 3**.

8.1. Indagini sismiche

Nell'area di studio sono state effettuati 2 indagini di sismica passiva a stazione singola ai fini della verifica sismica del sottosuolo e della stima del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) utili per la classificazione sismica del substrato presente nell'area oggetto del presente progetto di ampliamento. L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in Figura 9.

Sono state effettuate 2 misure di microtremore sismico ambientale a stazione singola su terreno libero. Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Viene definito microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino 10-15 $[m/s^2]^2$ in termini di accelerazione.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio nelle esplosioni della sismica attiva.

Le misure di microtremore ambientale, della durata di 20 minuti, sono state effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da due batterie AA da 1,5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	 GeoBi

Di seguito vengono riportati i dati sismici raccolti dalle misure di microtremore sismico effettuate nell'area di studio.

8.1.1. Indagine sismica HVSr1

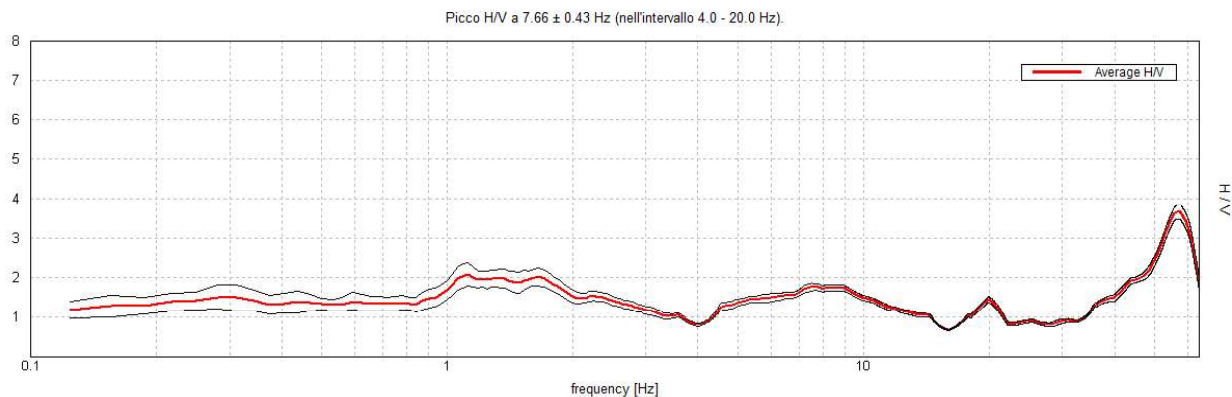


Figura 14 - Curva H/V (rosso) e intervallo di confidenza al 95% (nero)

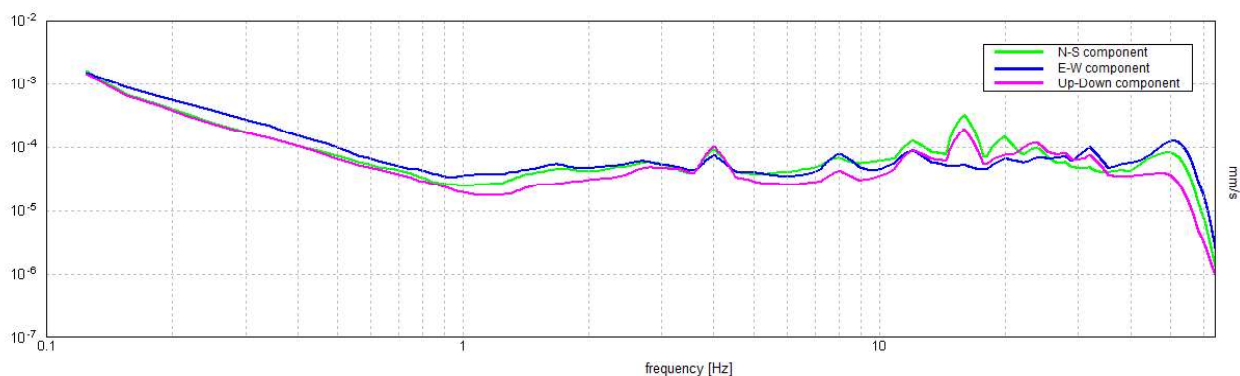


Figura 15 - Spettri in velocità delle tre componenti del moto; il massimo di origine stratigrafica nella curva H/V è dato generalmente da un minimo nella componente verticale con o senza massimo nelle componenti orizzontali seguiti da un massimo su tutte e tre le componenti ad una frequenza all'incirca doppia

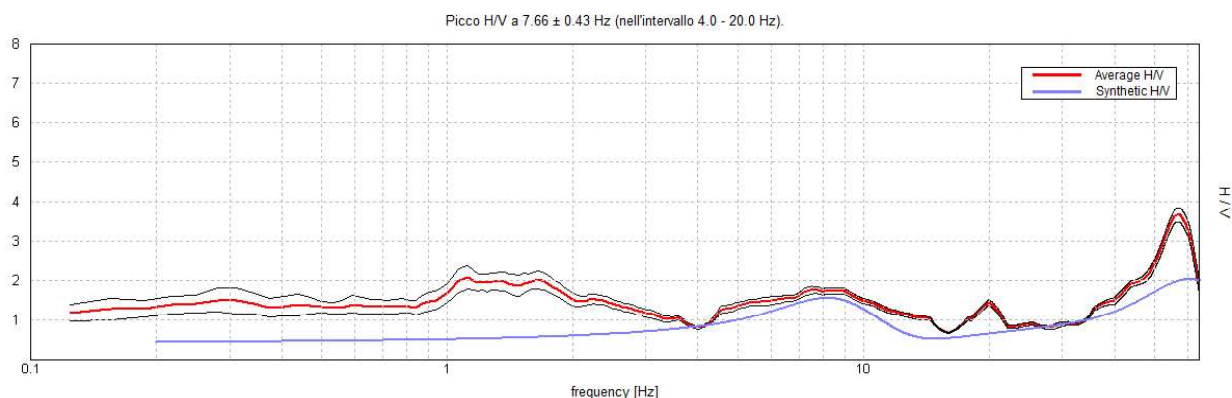


Figura 16 - Confronto tra curva H/V sperimentale (rosso) e teorica (azzurro)

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

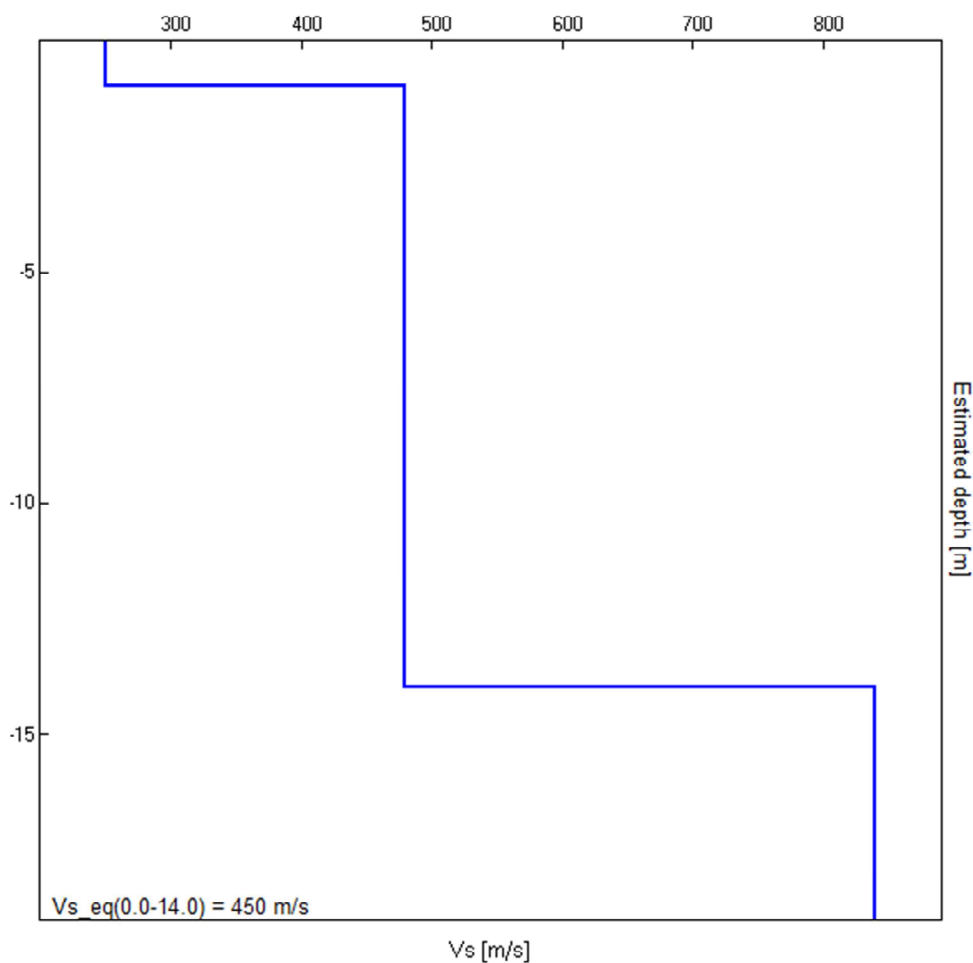


Figura 17 - Profilo di Vs fino a circa 30 m di profondità

Il profilo sopra riportato è stato ottenuto dai seguenti dati:

Strati	Profondità discontinuità sismica [m]	Spessore dello strato sismico [m]	Vs [m/s]
1	1.00	1.00	250
2	14.00	13.00	480
3	inf.	inf.	840

Nel sito, sulla base del modello derivato, si ottiene la stima del $V_{s,eq}$ in questi termini:

$$V_{s,eq} = \frac{14 \text{ m}}{\left(\frac{1}{250} + \frac{13}{480}\right)} = 450 \text{ m/s}$$

Si tiene a precisare che, come per le altre tecniche di inversione di dati passivi, le assunzioni di fondo che risiedono nei modelli fanno sì che l'errore di stima del parametro Vs possa raggiungere, nelle condizioni peggiori, il 30%.

L'indagine sismica sopra descritta, infine, ha permesso di stimare la velocità delle onde sismiche di taglio (Vs), calcolate per i primi 14 m di spessore, che è risultata pari a **450 m/s**.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

8.1.1. Indagine sismica HVSR2

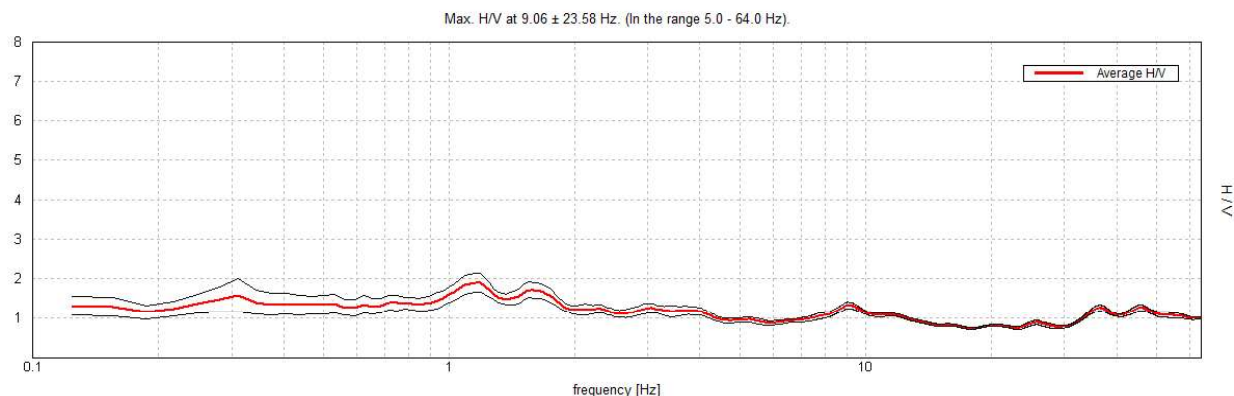


Figura 18 - Curva H/V (rosso) e intervallo di confidenza al 95% (nero)

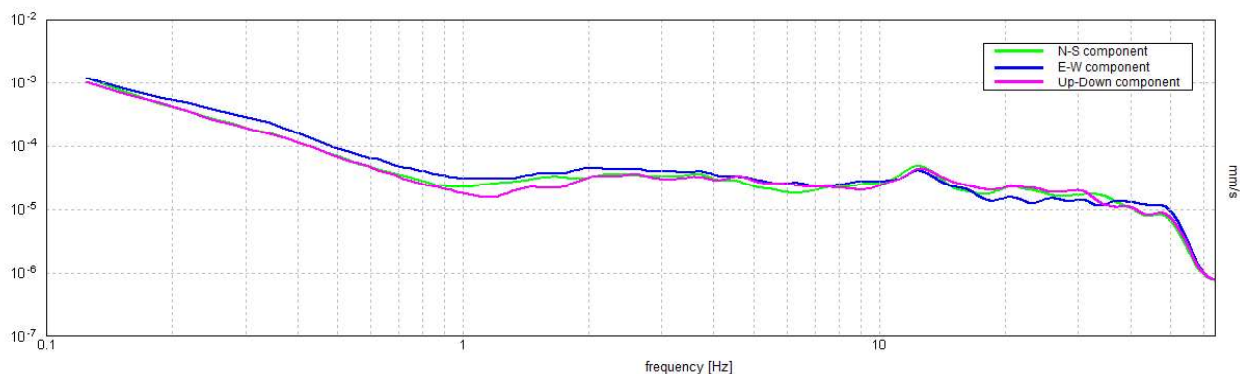


Figura 19 - Spettri in velocità delle tre componenti del moto; il massimo di origine stratigrafica nella curva H/V è dato generalmente da un minimo nella componente verticale con o senza massimo nelle componenti orizzontali seguiti da un massimo su tutte e tre le componenti ad una frequenza all'incirca doppia

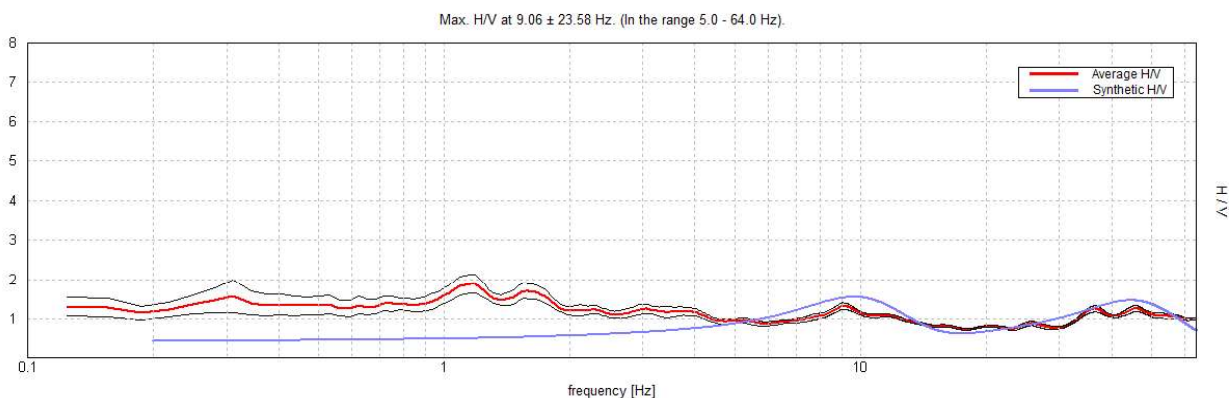


Figura 20 - Confronto tra curva H/V sperimentale (rosso) e teorica (azzurro)

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

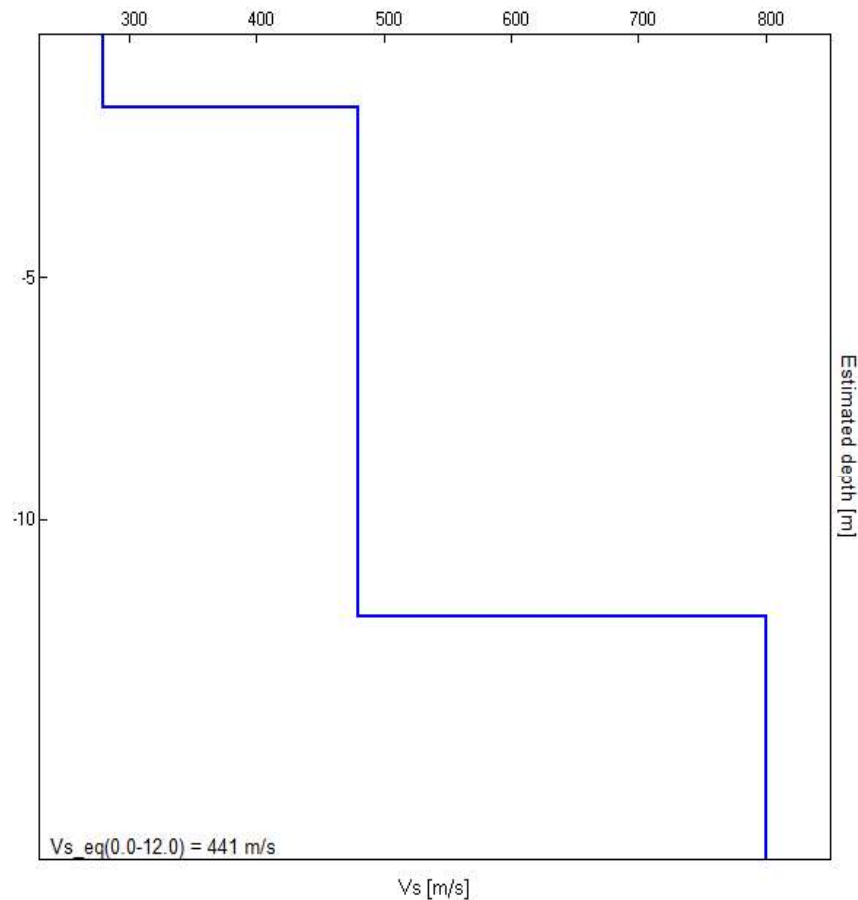


Figura 21 - Profilo di Vs fino a circa 30 m di profondità

Il profilo sopra riportato è stato ottenuto dai seguenti dati:

Strati	Profondità discontinuità sismica [m]	Spessore dello strato sismico [m]	Vs [m/s]
1	1.50	1.50	280
2	12.00	10.50	480
3	inf.	inf.	800

Nel sito, sulla base del modello derivato, si ottiene la stima del $V_{s,eq}$ in questi termini:

$$V_{s,eq} = \frac{12 \text{ m}}{\left(\frac{1.5}{280} + \frac{10.5}{480}\right)} = 441 \text{ m/s}$$

Si tiene a precisare che, come per le altre tecniche di inversione di dati passivi, le assunzioni di fondo che risiedono nei modelli fanno sì che l'errore di stima del parametro Vs possa raggiungere, nelle condizioni peggiori, il 30%.

L'indagine sismica sopra descritta, infine, ha permesso di stimare la velocità delle onde sismiche di taglio (Vs), calcolate per i primi 12 m di spessore, che è risultata pari a **441 m/s**.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

In base a quanto riportato nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni al Capitolo 3.2.2 “Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche”, con la quale sono stati approvati i criteri per l'individuazione delle zone sismiche, i terreni indagati nella presente campagna geognostica, potrebbero essere inseriti all'interno della classe **B**. A tale classe appartengono i “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*”.



Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale 50



Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.038	2.551	0.233
Danno (SLD)	50	0.052	2.459	0.258
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.147	2.430	0.280
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.191	2.472	0.281
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici



Tipo Fronti di scavo e rilevati

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

H (m)

1

us (m)

0.1



Cat. Sottosuolo B



Cat. Topografica T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,47	1,44	1,42	1,42
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.035	0.080	0.000
kv	--	0.018	0.040	--
Amax [m/s²]	0.539	0.733	2.070	2.699
Beta	--	0.470	0.380	--

Figura 22 – Parametri di pericolosità sismica per le verifiche dei fronti di scavo (Geostru Geoapp 2018)

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	



Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.038	2.551	0.233
Danno (SLD)	50	0.052	2.459	0.258
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.147	2.430	0.280
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.191	2.472	0.281
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici



Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m)

1

us (m)

0.1



Cat. Sottosuolo

B



Cat. Topografica

T2

SLO SLD SLV SLC

SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz. categoria	1,47	1,44	1,42	1,42
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.015	0.051	0.066
kv	0.006	0.007	0.025	0.033
Amax [m/s²]	0.539	0.733	2.070	2.699
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Figura 23 – Parametri di pericolosità sismica per le verifiche dei pendii ricomposti (Geostru Geoapp 2018)

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

9. ANALISI DI STABILITÀ DELLE SCARPATE DI PROGETTO

Le analisi di stabilità qui condotte non fanno riferimento ad analisi di stabilità di situazioni geometriche locali e temporanee che, proprio in conseguenza di queste caratteristiche, richiederebbero un approccio metodologico diverso, bensì sono volte ad accertare la stabilità globale delle scarpate in progetto.

Si è preferito utilizzare valori ritenuti sufficientemente cautelativi, al fine di studiare le condizioni limite ed ovviare all'elevata variabilità dei parametri ottenibili dall'applicazione delle differenti metodologie di classificazione dell'ammasso.

I dati raccolti durante le campagne geognostiche condotte nell'area di studio e i parametri ricavati nei capitoli precedenti, sono stati utilizzati nelle verifiche di stabilità delle pareti in esame eseguite secondo una metodologia alle differenze finite, in modo da valutare, nella direzione di massima pendenza del versante, il fattore di sicurezza F_s globale del pendio.

VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEI FRONTI DI SCAVO E DEL PENDIO A FINE RICOMPOSIZIONE CON METODI ALLE DIFFERENZE FINITE

Le verifiche di stabilità globale delle pareti di scavo e del pendio a fine ricomposizione sono state eseguite con l'ausilio del codice di calcolo alle differenze finite FLAC SLOPE v8.0, edito da Itasca Consulting Ltd.

Nel caso in esame, si prevede l'esecuzione di scavi con inclinazione massima pari a 50° sull'orizzontale in corrispondenza del banco calcareo; si specifica che lo scavo verrà realizzato a gradoni con una pendenza massima del gradone che non può superare i 70° .

La verifica di stabilità è stata effettuata, per la fase di scavo nella sezione che presenta il dislivello maggiore, denominata Sezione 3 nelle tavole allegate al progetto; per la fase di ricomposizione è stata considerata, la sezione di progetto n. 3 che presenta, a fine lavori, un versante alto circa 47 metri con ai piedi una conoide che presenta una pendenza media di circa 33° .

Nelle verifiche effettuate, sia per l'ammasso roccioso che per il materiale di ricomposizione si è utilizzato il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Le verifiche succitate sono state eseguite sia in assenza che in presenza di condizioni sismiche.

9.1. Cenni sul metodo di calcolo

Il programma FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua) è un codice di calcolo che permette di rappresentare un modello meccanico del continuo (in termini bidimensionali) e può essere applicato a problemi geotecnici, geomeccanici, idraulici o altri. Il metodo attua un'analisi Lagrangiana: ciò significa che l'entità degli spostamenti in un corpo soggetto a deformazione varia da punto a punto; tale funzione non è omogenea e viene descritta con un vettore spostamento che varia nello spazio e nel tempo. Date le condizioni iniziali, le variazioni nello spazio di questi vettori vengono calcolate iterativamente dal FLAC; si sviluppa così un calcolo differenziale per la risoluzione del quale si utilizza il metodo delle differenze finite. Il calcolo viene effettuato per ciascun punto dello spazio, pertanto, occorre definire in FLAC la forma del continuo tramite l'impostazione di una griglia, in corrispondenza di ciascun nodo della quale vengono calcolate le equazioni differenziali.

In ogni ciclo di calcolo si parte dall'equazione di equilibrio che utilizza le equazioni della statica, evidenziando i valori delle forze sbilanciate e il rapporto di equilibrio della struttura. Si esprimono per ciascun punto della griglia forze e tensioni associate, dalle quali si ricavano le velocità di deformazione e gli spostamenti; si ricavano, successivamente, i nuovi valori di forze e tensioni associati ad ogni punto. Il vantaggio di questo processo di calcolo è che ogni nodo della griglia comunica con gli altri, simulando così la trasmissione delle forze all'interno di un corpo.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

A ciascun elemento della griglia si attribuiscono determinate caratteristiche meccaniche mediante le quali il programma elabora le condizioni di stabilità, evidenziando i punti in cui non si raggiunge l'equilibrio. È possibile assegnare ad elementi diversi del corpo comportamenti meccanici differenti: è possibile assegnare ad alcuni nodi un comportamento elastico, ad altri un comportamento meccanico di tipo elastico perfettamente plastico o elastoplastico, incrudente positivamente o negativamente.

I metodi tradizionali di calcolo all'equilibrio limite utilizzano uno schema approssimativo, generalmente basato sul metodo dei conci, all'interno del quale sussistono una serie di assunzioni (come l'ubicazione e l'angolo delle forze tra i conci). Il fattore di sicurezza minimo viene scelto dopo aver verificato alcune superfici di rottura definite. L'equilibrio, pertanto, è soddisfatto solo lungo un sistema di superfici ideali.

FLAC, invece, restituisce una soluzione completa della Sollecitazione e dello Spostamento, sia nelle equazioni dell'equilibrio che nelle equazioni costitutive. Una volta definite le proprietà del sistema, se ne valutano le condizioni di stabilità. Il calcolo del fattore di sicurezza e l'identificazione della superficie critica di rottura-scivolamento avviene attraverso una serie di simulazioni durante le quali i parametri di resistenza del materiale vengono ridotti (shear strength reduction technique).

I vantaggi associati al metodo, in rapporto alle soluzioni all'equilibrio limite, sono:

- Qualsiasi tipo di rottura si sviluppa naturalmente. Non è necessario specificare preliminarmente il range di possibili superfici.
- Non è necessario ricorrere a parametri artificiali (quali gli angoli delle forze tra i conci) nella formulazione del modello.
- Meccanismi di rottura multipli, o fenomeni di plasticizzazione interna complessi, accadono naturalmente, se le condizioni assunte portano a questo.
- L'interazione con elementi strutturali (quali chiodi, geogriglie, soil nail) è modellizzata realisticamente, considerando gli elementi stessi come interamente deformabili, e non semplicemente come forze equivalenti.
- La soluzione coincide con un meccanismo cinematicamente possibile (il metodo all'equilibrio limite considera solo le forze, non la cinematica).
- La "tecnica di riduzione della resistenza" consiste nel ridurre progressivamente i parametri di resistenza al taglio del materiale, ovvero coesione e angolo d'attrito, sino a portare il pendio allo stato di equilibrio limite. Se il pendio è inizialmente instabile il valore della coesione e dell'angolo d'attrito viene aumentato sino a raggiungere le condizioni di equilibrio limite.

All'interno del modello possono essere inseriti elementi strutturali di rinforzo, carichi puntuali o lineari, costanti o variabili nello spazio, la presenza della superficie freatica, una superficie di debolezza o discontinuità, diversi strati dotati di proprietà differenti e può essere variata la geometria della mesh di calcolo, aumentando il numero di nodi della griglia o escludendo una porzione del pendio dall'analisi.

Il valore del fattore di sicurezza coincide con il rapporto fra sforzi resistenti e agenti, pertanto, valori superiori ad uno implicano condizioni di stabilità del versante, mentre valori inferiori ne testimoniano l'instabilità.

FLAC/Slope è una versione particolare e snella di FLAC per valutare il fattore di sicurezza (FoS) del suolo e dei pendii rocciosi in due dimensioni con una configurazione semplice e veloce del modello e dell'esecuzione dell'analisi. FLAC/Slope può simulare

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

problemi di stabilità in un'ampia varietà di condizioni di pendio, tra cui: geometrie arbitrarie dei pendii, strati multipli, condizioni di pressione dei pori, proprietà eterogenee del suolo, carico superficiale e rinforzo strutturale.

9.2. Stati limite di riferimento

9.2.1. In assenza di sisma – fronti di scavo

Nell'ambito del D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", la sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la sua vita nominale. Lo stato limite è definito come "una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze elencate nelle presenti norme" (§2.1 NTC 2018) e può essere ultimo (SLU) o di esercizio (SLE).

Il superamento di uno Stato Limite Ultimo definisce il collasso dell'opera e ha carattere irreversibile, mentre il superamento di uno Stato Limite di Esercizio provoca eccessive deformazioni che possono compromettere la funzionalità, l'efficienza, la durabilità, ecc. dell'opera e può avere carattere reversibile o irreversibile.

Nel caso in esame viene valutata la stabilità dell'intero fronte di scavo (collasso) e pertanto faremo riferimento ai soli Stati Limite Ultimi (SLU).

Le NTC 2018 riportano tre stati limite ultimi e le loro sigle riportano la medesima dicitura presente negli Eurocodici (EC7 e EC8): EQU, STR e GEO.

Gli stati limite di competenza sono STR e GEO poiché sono gli unici che prevedono, rispettivamente, il raggiungimento della resistenza delle strutture e del terreno.

Essi infatti vengono definiti come (§ 2.6.1 NTC 2018):

- GEO: stato limite di resistenza del terreno
- STR: stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione

Le suddette verifiche vengono effettuate generando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali di sicurezza definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici del terreno (M1 e M2) e per la resistenza (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti parziali di sicurezza sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali, fra loro alternativi, denominati Approccio 1 e Approccio 2.

Nell'ambito dell'Approccio 1, la Combinazione 1 è generalmente dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo strutturale, STR, mentre la Combinazione 2 risulta in genere dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo geotecnico, GEO.

Nel caso in esame, le verifiche devono essere effettuate secondo lo stato limite ultimo GEO mediante l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2), come definito ai paragrafi 6.8.2 e 6.2.4 delle NTC 2018.

Con questo metodo, i valori delle azioni che agiscono sul fronte di scavo devono essere ridotti o aumentati, a seconda che siano sfavorevoli o favorevoli, sulla base di un coefficiente parziale denominato γ_F .

Allo stesso modo devono essere ridotti i parametri geotecnici del terreno che caratterizza il fronte di scavo, sulla base di un coefficiente parziale denominato γ_M .

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Di seguito si riportano i valori dei coefficienti parziali γ_F e γ_M relativi rispettivamente alle azioni agenti sull'opera e ai parametri geotecnici del terreno, da considerare nell'analisi di stabilità agli stati limite ultimi GEO (A2+M2+R2).

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{ci} .

Figura 24 - Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (NTC 2018)

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	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Figura 25 - Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (NTC 2018)

9.2.2. In assenza di sisma – pendii di ricomposizione

Nel caso in esame viene valutata la stabilità dell'intero pendio ricomposto e, pertanto, faremo riferimento, come per i fronti di scavo, ai soli Stati Limite Ultimi (SLU).

Dato che il pendio a fine ricomposizione rappresenta la morfologia finale dell'area, che verrà mantenuta nel tempo, esso è assimilabile a un pendio naturale (§ 6.3 NTC 2018). Secondo quanto riportato nel §6.3.4 delle NTC 2018, la valutazione del coefficiente di sicurezza dei pendii naturali deve essere eseguita impiegando parametri geotecnici e azioni presi con il loro valore caratteristico.

9.2.3. In condizioni sismiche

Il D.M. 17.01.2018 indica che sotto l'effetto delle azioni sismiche, definite nel §3.2, deve essere garantito il rispetto degli stati limite ultimi e di esercizio riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo, oltre agli elementi strutturali in elevazione e di fondazione, gli elementi non strutturali e gli impianti, il volume significativo di terreno (§7.1 NTC 2018).

Anche per la verifica di stabilità in condizioni sismiche, nella presente relazione verrà considerato solamente il rispetto degli Stati Limite Ultimi. A tal proposito, la suddetta normativa definisce che le verifiche agli stati limite ultimi di opere e sistemi geotecnici si riferiscono al solo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Lo SLV descrive la condizione per cui si ha che, a seguito del terremoto, la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali/impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali (§3.2.1 NTC 2018).

Le NTC 2018 indicano al §7.11.1 che le verifiche agli stati limite ultimi in condizioni sismiche devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto, con i coefficienti parziali γ_R indicati nel Capitolo 7, oppure con i γ_R indicati nel Capitolo 6 laddove non espressamente specificato (riportati in Figura 24 e Figura 25).

9.3. Coefficiente di sicurezza di riferimento

9.3.1. Stato limite ultimo (SLU) GEO Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2)

Il coefficiente di sicurezza minimo da utilizzare per le verifiche di stabilità globali di fronti di scavo è definito al §6.8.2 delle NTC 2018, ed è posto pari al coefficiente parziale $\gamma_R = 1.1$ (Tab. 6.8.I delle NTC).

9.3.2. Stato limite ultimo per pendii naturali

Il coefficiente di sicurezza minimo da utilizzare per le verifiche di stabilità globali dei pendii naturali è individuato al §6.3.4 delle NTC 2018. Tuttavia, la Normativa non stabilisce un valore univoco di coefficiente di sicurezza, ma lascia libertà al Progettista di adottare il fattore di sicurezza che ritiene più opportuno. In questo caso, si ritiene opportuno adottare il fattore di sicurezza di $F_s=1.3$, valore individuato nella Norma D.M.LL.PP. 11/03/1988, valore utilizzato per tutte le verifiche geotecniche, su tutto il territorio nazionale, dal 1988 al 2008.

9.3.3. Stato limite ultimo SLV (condizioni sismiche)

Per le verifiche allo stato limite ultimo SLV (sismico), il coefficiente di sicurezza viene definito al §7.11.4 delle NTC 2018 e deve essere pari a 1.2.

9.4. Calcolo dell'azione sismica

A seguire si riportano i parametri che verranno utilizzati come input sismici determinati nel Cap. 8 della presente relazione:

Dati generali:

Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento:

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T2

Coefficienti sismici su sito di riferimento per le verifiche dei fronti di scavo:

Accelerazione massima (a_{max})	2.070 m/s ²
Coefficiente sismico orizzontale (K_h)	0.080 g

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Coefficiente sismico verticale (K_v) ± 0.040 g

Coefficienti sismici su sito di riferimento per le verifiche dei pendii ricomposti:

Accelerazione massima (a_{max}) 2.070 m/s^2

Coefficiente sismico orizzontale (K_h) 0.051 g

Coefficiente sismico verticale (K_v) ± 0.025 g

9.5. Modello stratigrafico

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di litotipi che per genesi possono essere così suddivisi:

Calcarei Nummulitici

Angolo di attrito caratteristico $\phi_k = 40^\circ$

Coesione drenata caratteristica $c' = 350 \text{ kPa}$

Peso di volume 25 kN/m^3

Gli interventi di ricomposizione ambientale in progetto prevedono la sistemazione e la regolarizzazione del materiale associato alle operazioni di scavo a ridosso del fronte di scavo per ottenere una pendenza media del versante finale pari a circa 33° .

Si riportano di seguito le caratteristiche minime che dovranno avere i materiali di ricomposizione.

Terreno di ricomposizione

TipologiaPietrame in matrice argillosa

Angolo di attrito caratteristico $\phi_k = 30^\circ$

Coesione drenata caratteristica $c' = 40 \text{ kPa}$

Peso di volume 20 kN/m^3

Nell'area di studio non si prevedono condizioni idrauliche eccessivamente gravose poiché sia durante la fase di scavo che durante la ricomposizione dell'area di cava sono previste idonee opere di raccolta e convogliamento delle eventuali acque.

Di seguito vengono riportati i modelli stratigrafici inseriti nel codice di calcolo.

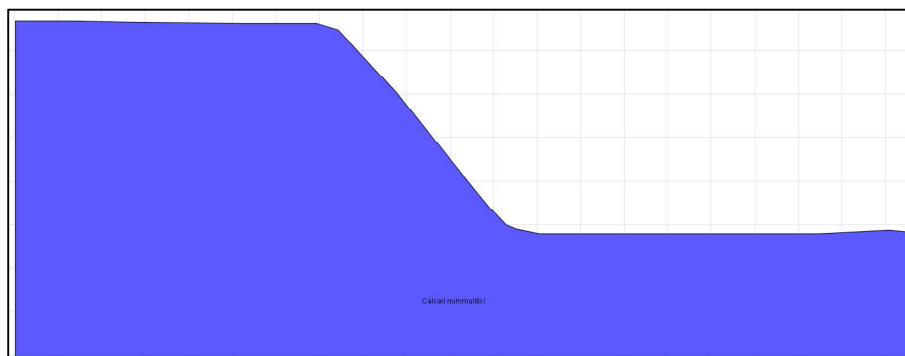


Figura 26 - Modello stratigrafico inserito nel codice di calcolo per la verifica di stabilità dei fronti di scavo – Sez. 3

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

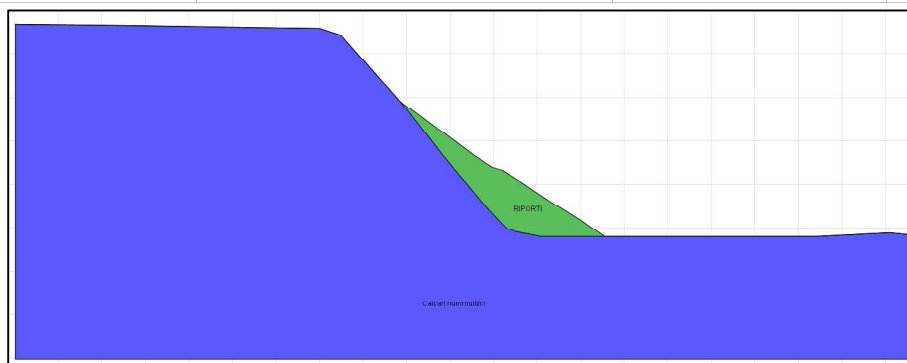


Figura 27 - Modello stratigrafico inserito nel codice di calcolo per la verifica di stabilità dei pendii a fine ricomposizione – Sez.3

9.6. Verifica di stabilità globale dei fronti di scavo

9.6.1. Verifica di stabilità globale allo SLU

Le azioni agenti sul fronte e i parametri geotecnici dei terreni che lo caratterizzano devono essere corretti con dei coefficienti parziali γ_F e γ_M propri dello stato limite ultimo GEO (A2+M2+R2) e riportati in Figura 24 e Figura 25.

I parametri geotecnici dei terreni interessati dallo scavo e le azioni applicate al modello, descritti al capitolo precedente, diventano quindi:

- Calcarci compatti:
 - Coesione efficace: $c' = 350/1.25 = 280 \text{ kPa}$
 - Angolo d'attrito: $\varphi = \tan^{-1}(\tan 40^\circ/1.25) = 33.9^\circ$

I risultati dell'analisi indicano che le condizioni di stabilità dei fronti al termine dei lavori di coltivazione sono buone, con fattore di sicurezza superiore a 1.1.

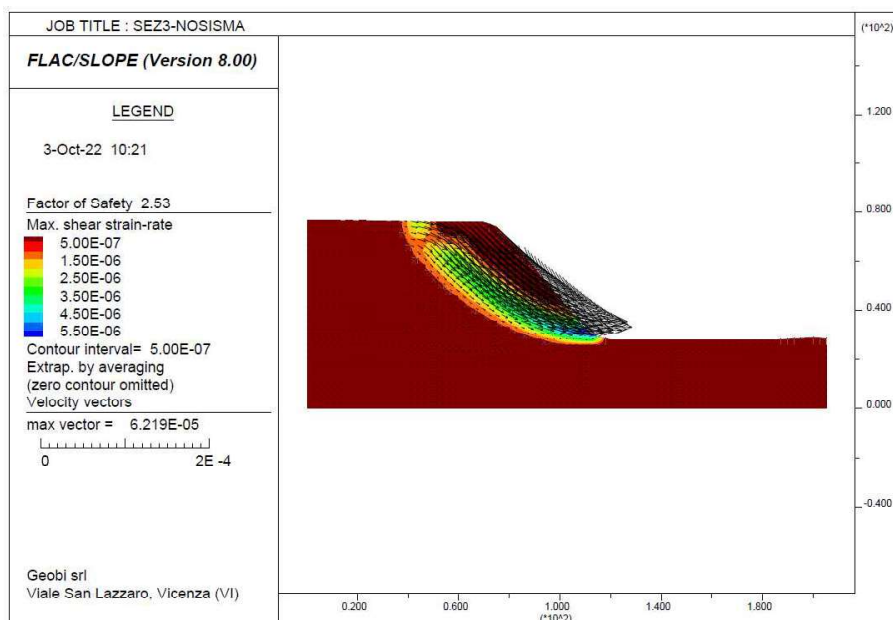


Figura 28 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte di scavo nella Sez. 3 - $F_s = 2.53$

Il fattore di sicurezza ottenuto dall'analisi di stabilità del fronte di scavo nella Sez. 4 è pari a $F_s = 2.53 > 1.1$

VERIFICATO

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

Le verifiche effettuate mettono in evidenza che l'avanzamento degli scavi, secondo quanto previsto dal presente progetto, assicura la stabilità delle scarpate di scavo, escludendo possibili fenomeni di instabilità globale.

Si tiene a ricordare che le condizioni di stabilità del fronte di scavo saranno valutate annualmente, secondo quanto previsto dalla vigente normativa, ed eventuali differenze rispetto a quanto contenuto nella presente relazione saranno approfondite durante le fasi di scavo.

9.6.2. Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche (SLV)

Di seguito, viene verificata la stabilità globale in condizioni sismiche per le sezioni di progetto considerate, al termine delle fasi di scavo. Le verifiche vengono eseguite allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) con il metodo pseudostatico, modificando, all'interno del codice di calcolo, le componenti orizzontale e verticale dell'accelerazione di gravità.

A seconda del verso delle accelerazioni sismiche, si sono divise le verifiche in quattro casi distinti:

- Caso 1: $a_v = -10.25 \text{ m/s}^2$ $a_h = 0.78 \text{ m/s}^2$
- Caso 2: $a_v = -9.37 \text{ m/s}^2$ $a_h = -0.78 \text{ m/s}^2$
- Caso 3: $a_v = -9.37 \text{ m/s}^2$ $a_h = 0.78 \text{ m/s}^2$
- Caso 4: $a_v = -10.25 \text{ m/s}^2$ $a_h = -0.78 \text{ m/s}^2$

In tutti i casi considerati per la **SEZIONE DI PROGETTO 3** si ottiene un valore del fattore di sicurezza maggiore del fattore di sicurezza minimo:

- Caso 1: **Fs = 2.75** > 1.2
- Caso 2: **Fs = 3.68** > 1.2
- Caso 3: **Fs = 2.86** > 1.2
- Caso 4: **Fs = 3.46** > 1.2

VERIFICATO

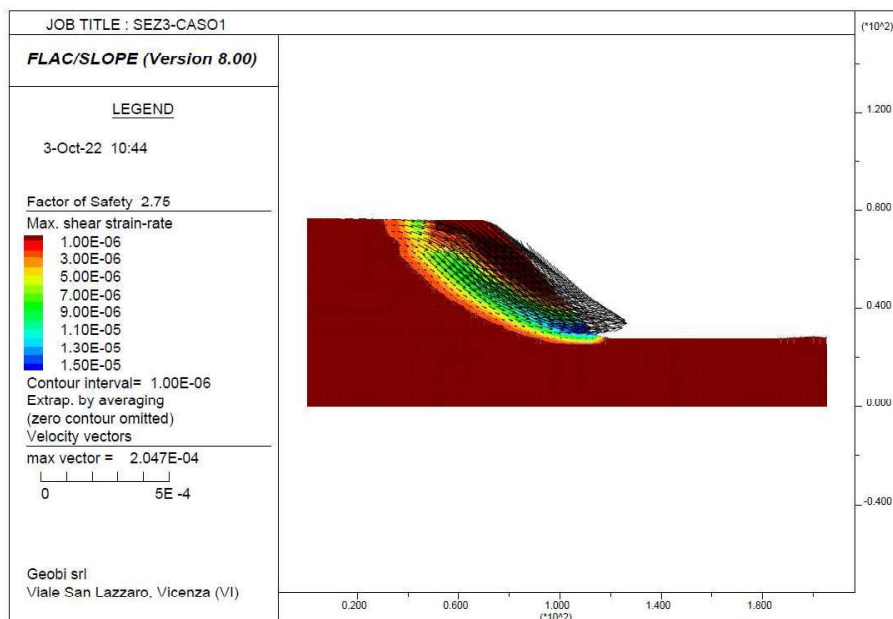


Figura 29 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte di scavo nella Sez. 3 in condizioni sismiche (caso 1) - Fs = 2.75

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	 GeoBi

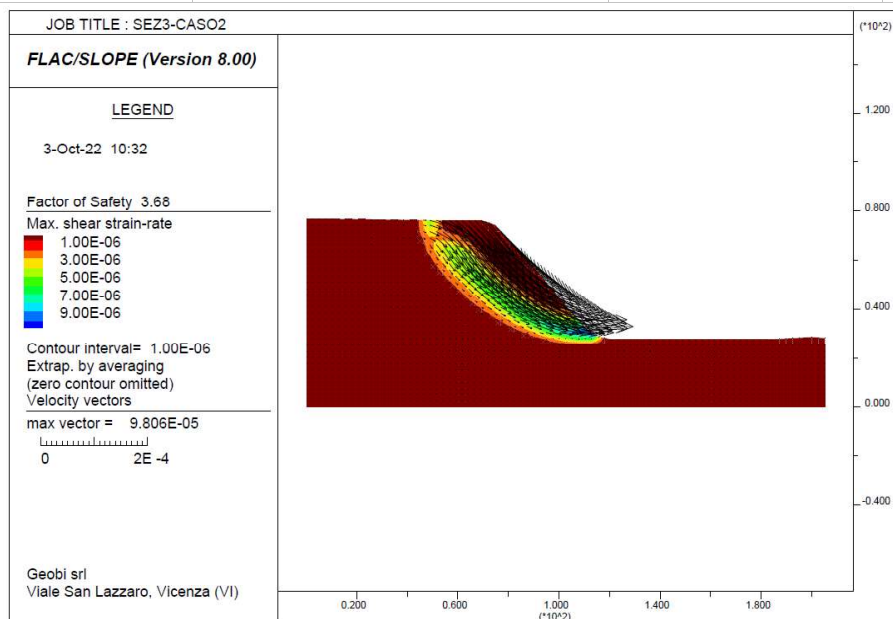


Figura 30 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte di scavo nella Sez. 3 in condizioni sismiche (caso 2) - $F_s = 3.68$

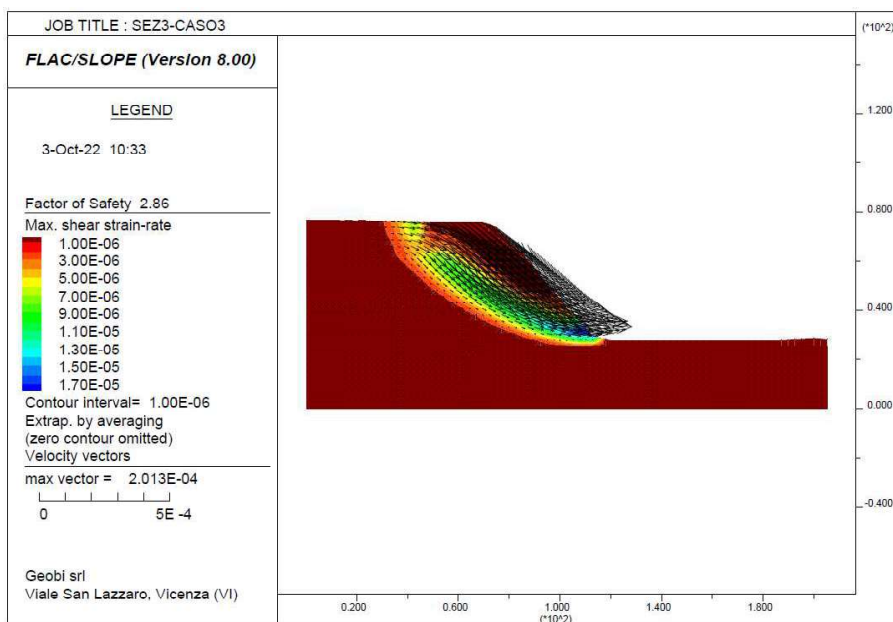


Figura 31 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte di scavo nella Sez. 3 in condizioni sismiche (caso 3) - $F_s = 2.86$

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

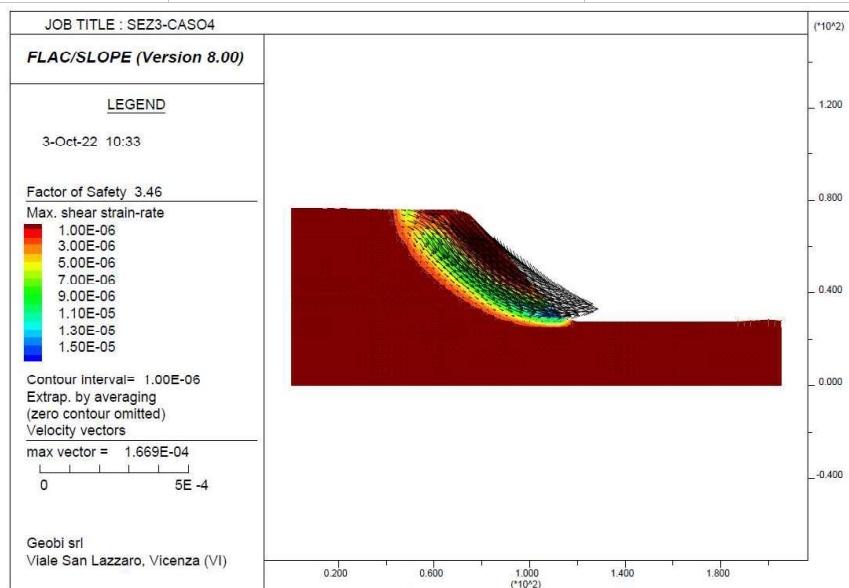


Figura 32 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte di scavo nella Sez. 3 in condizioni sismiche (caso 4) - $F_s = 3.46$

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

9.7. Verifica di stabilità globale al termine della ricomposizione

Le azioni agenti sul fronte e i parametri geotecnici dei terreni che lo caratterizzano devono essere corretti con dei coefficienti parziali γ_F e γ_M propri dello stato limite ultimo GEO (A2+M2+R2) e riportati in Figura 24 e Figura 25.

I parametri geotecnici dei terreni interessati dallo scavo e le azioni applicate al modello, descritti al capitolo precedente, diventano quindi:

- Calcri compatti:
 - Coesione efficace: $c' = 350/1.25 = 280 \text{ kPa}$
 - Angolo d'attrito: $\phi = \tan^{-1} (\tan 40^\circ/1.25) = 33.9^\circ$
- Terreno di ricomposizione:
 - Coesione efficace: $c' = 40/1.25 = 32 \text{ kPa}$
 - Angolo d'attrito: $\phi = \tan^{-1} (\tan 30^\circ/1.25) = 24.8^\circ$

9.7.1. Verifica di stabilità globale in condizioni non sismiche

In base alle NTC 2018, paragrafo 6.3.4, la verifica di stabilità globale dei pendii viene eseguita impiegando i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

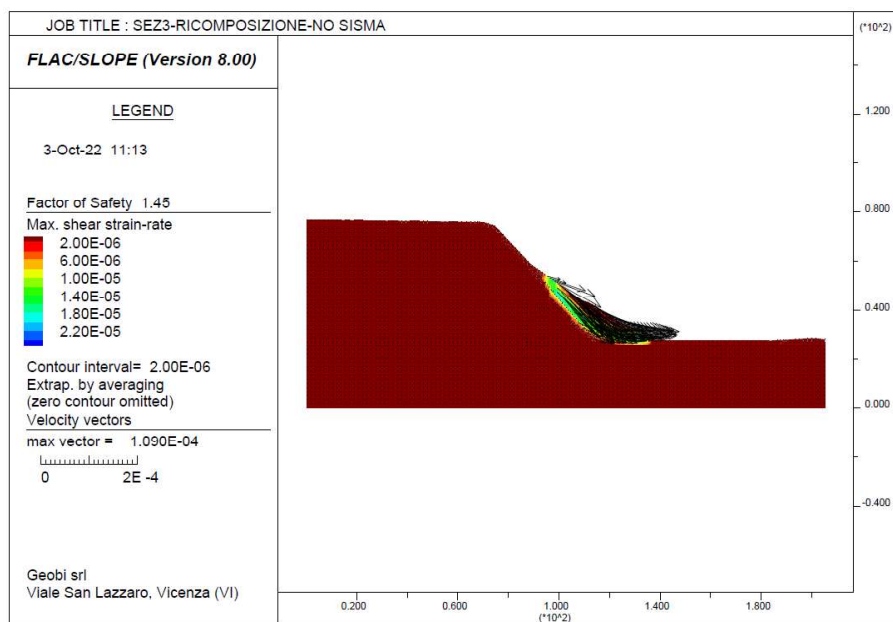


Figura 33 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte ricomposto nella Sez. 3 - $F_s = 1.45$

Il fattore di sicurezza ottenuto dall'analisi di stabilità del fronte ricomposto nella **SEZ. 3** è pari a $F_s = 1.45 > 1.3$

VERIFICATO

I risultati dell'analisi indicano che le condizioni di stabilità dei fronti al termine dei lavori di ripristino sono buone, con fattore di sicurezza superiore a 1.3.

Le verifiche effettuate mettono in evidenza che i lavori di ricomposizione, secondo quanto previsto dal presente progetto, assicurano la stabilità del pendio nella sua configurazione finale, escludendo possibili fenomeni di instabilità globale.

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

9.7.2. Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche (SLV)

Di seguito, viene verificata la stabilità globale in condizioni sismiche per le sezioni di progetto considerate, al termine dei lavori di ricomposizione. Le verifiche vengono eseguite allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) con il metodo pseudostatico, modificando, all'interno del codice di calcolo, le componenti orizzontale e verticale dell'accelerazione di gravità.

A seconda del verso delle accelerazioni sismiche, si sono divise le verifiche in quattro casi distinti:

- Caso 1: $a_v = -10.06 \text{ m/s}^2$ $a_h = 0.50 \text{ m/s}^2$
- Caso 2: $a_v = -9.56 \text{ m/s}^2$ $a_h = -0.50 \text{ m/s}^2$
- Caso 3: $a_v = -9.56 \text{ m/s}^2$ $a_h = 0.50 \text{ m/s}^2$
- Caso 4: $a_v = -10.06 \text{ m/s}^2$ $a_h = -0.50 \text{ m/s}^2$

In tutti i casi considerati per la **SEZIONE DI PROGETTO 3** considerata si ottiene un valore del fattore di sicurezza maggiore del fattore di sicurezza minimo:

- Caso 1: **Fs = 1.88** > 1.2
- Caso 2: **Fs = 2.35** > 1.2
- Caso 3: **Fs = 1.91** > 1.2
- Caso 4: **Fs = 2.28** > 1.2

VERIFICATO

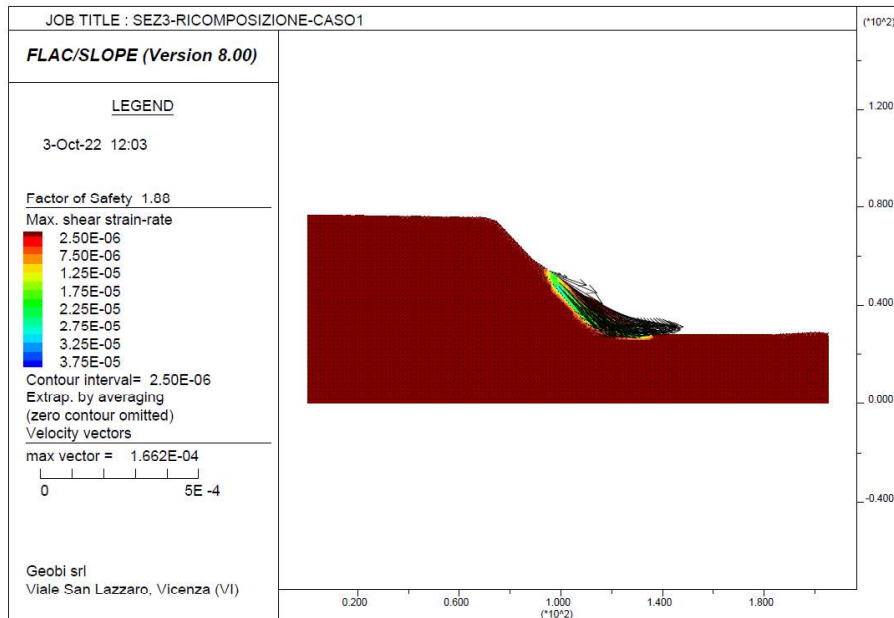


Figura 34 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte ricomposto nella Sez 3 in condizioni sismiche (caso 1) - Fs = 1.88

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	 GeoBi

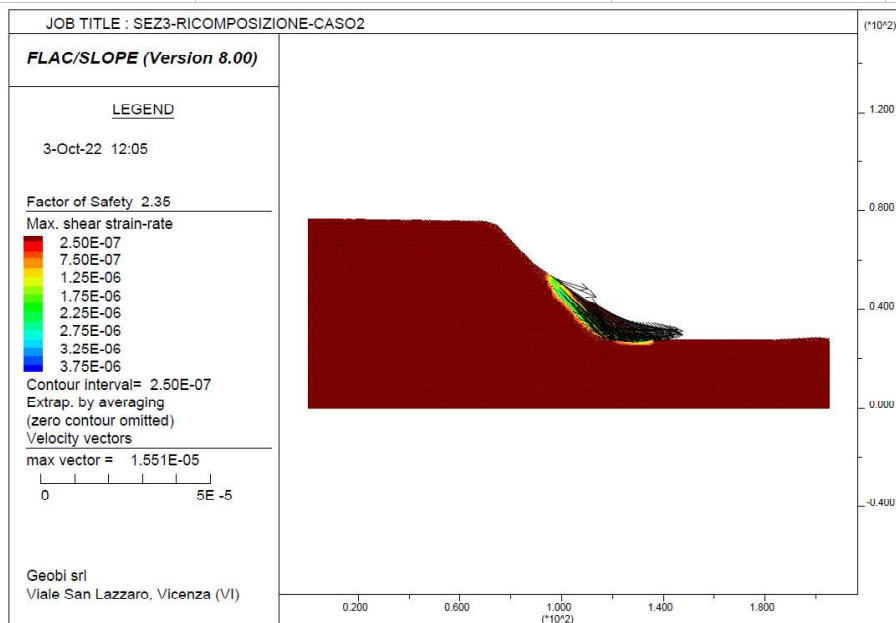


Figura 35 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte ricomposto nella Sez 3 in condizioni sismiche (caso 2) - $F_s = 2.35$

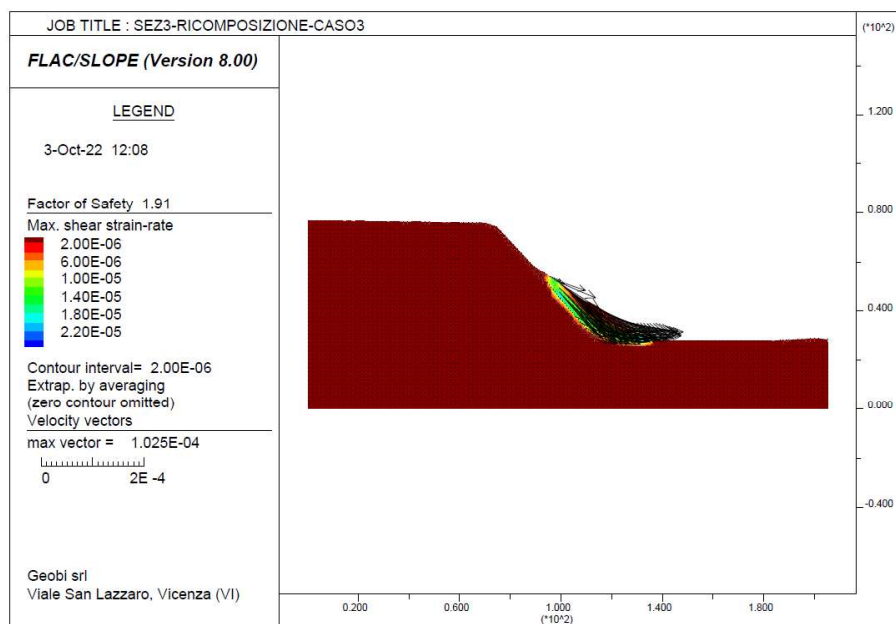


Figura 36 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte ricomposto nella Sez 3 in condizioni sismiche (caso 3) - $F_s = 1.91$

oggetto istanza:	committente	i progettisti	redazione:
Domanda nuova autorizzazione di coltivazione cava di calcare per denominata S. Lorenzo Provvedimento Art. 10-12 L.R. 13/2018	SOAVE EDILSTRADE S.R.L.	Dott. For. Michele Benetti Dott. Geol. Giuseppe Franco Darteni	

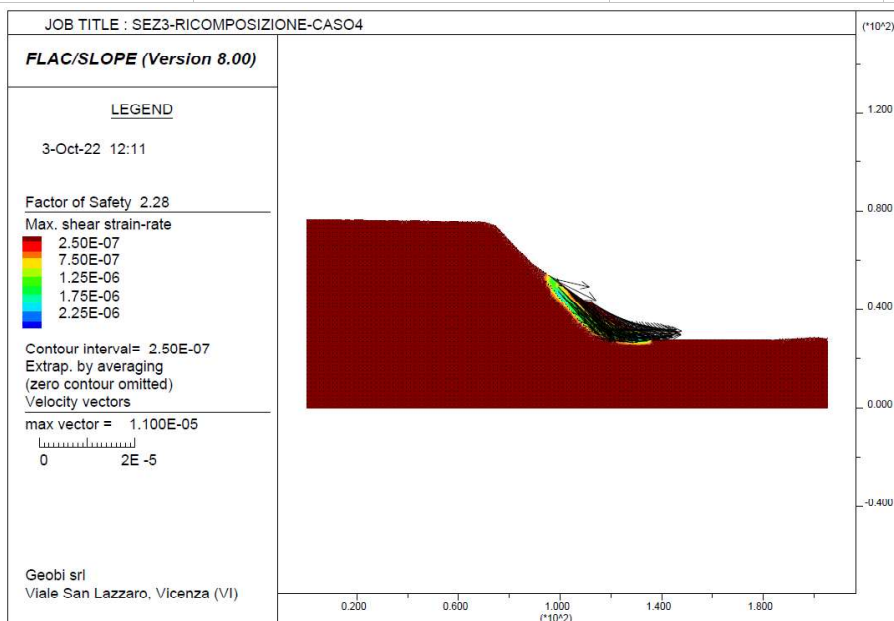


Figura 37 - Risultato dell'analisi di stabilità del fronte ricomposto nella Sez 3 in condizioni sismiche (caso 4) - $F_s = 2.28$

Alla luce di quanto sopra esposto, ai sensi del D.M. 17/01/2018, non si ravvisano elementi ostativi di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico alla fattibilità dell'intervento in progetto.

Le operazioni di scavo dovranno essere condotte con la massima cautela. Durante tutta la fase di coltivazione della cava, il fronte degli scavi sarà oggetto di controlli e verifiche della stabilità da effettuare almeno una volta all'anno, così come previsto dalle norme di polizia mineraria.

Qualora, in fase di scavo, il Direttore dei Lavori rinvenga difformità nei sistemi di discontinuità e nella composizione e/o stratigrafia dei materiali presenti in loco rispetto a quanto descritto nella presente relazione, oppure qualora si verificassero situazioni non previste di potenziale instabilità, verranno tempestivamente attuati i necessari interventi di consolidamento o modifiche delle geometrie di scavo, da valutarsi al bisogno, per garantire le condizioni di stabilità del fronte e l'incolumità delle maestranze.

ALLEGATI

A1: Carta Geologica e geomorfologica, scala 1:2.000

A2: Carta idrogeologica, scala 1:2.000

A3: Sezione Geologica 1:750