



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben
Opera finanziata con la partecipazione dell' Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona
BRENNER BASISTUNNEL
Detailplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco - Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
Progettazione di dettaglio

H61 Baulos Mauls 2-3		H61 Lotto Mules 2-3	
Projekteinheit Umweltmanagementsystem		WBS Sistema di Gestione Ambientale	
Dokumentenart Technischer Bericht		Tipo documento Relazione tecnica	
Titel Geologischer und seismischer Bericht		Titolo Relazione geologica e sismica	
Consorzio BTC Scrl  BRENNERO TUNNEL CONSTRUCTION <small>ASTALDI - GHELLA - PAC - COGEIS</small>		Mandataria 	
		Mandanti   	
Ausführungsplanung / Progettazione esecutiva  Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P <small>cto Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, Fax: +39 0267152612</small>		Detailplanung / Progettazione di dettaglio Dr. Johann Wild	
 PRO ITER <small>Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.</small>			
			
		Spezialisierte Beratung / Consulenza specialistica Dott. Geol. Icilio Starni	
			
	Datum / Data	Name / Nome	Gesellschaft / Società
Bearbeitet / Elaborato	18.06.2019	STR	-
Geprüft / Verificato	18.06.2019	STR	-
Genehmigt / Approvato	18.06.2019	BUTTAFOCO / SECONDULFO	BTC
 Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE		ÖBA Leiter Direttore dei Lavori Ing. Antonio Voza	
Vorstand Amministratori Ing. Raffaele Zurlo Ing. Konrad Bergmeister			
Projekt-kilometer / Chilometro progetto von / da - bis / a - bei / al -	Bau-kilometer / Chilometro opera von / da - bis / a - bei / al -	Status Dokument / Stato documento	Massstab / Scala -
Staat / Stato	Los / Lotto	Einheit / Unità	Nummer / Numero
02	H61	SG	850
Dokumentenart / Tipo documento	Vertrag / Contratto	Nummer / Codice	Revision / Revisione
UTB	B0130	72036	00

Bearbeitungsstand
Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen Modifiche	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Abgabe / Emissione	BTC	18.06.2019



Comune di Campo di Trens

Committente

**Brenner Tunnel Construction
Scarl**

Oggetto

Relazione geologica e sismica

ai sensi delle Norme Tecniche per le
Costruzioni D.M. 17.01.2018

Progetto

**Cava per inerti
„Genauen“**

Località

Campo di Trens

Data

Maggio 2019

Visto



Geocons

Dr. Icilio Starni

Dr. Manuela Starni

Studio di consulenza e progettazione

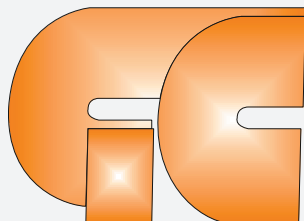
**Bürogemeinschaft für technische Beratung
und Planung**

Via Enzo Ferrari 5 - 39100 Bolzano

Enzo Ferrari Str.5 - 39100 Bozen

Tel 0471 283875 - Fax 0471 279290

e-mail geocons@tin.it



Questo documento è proprietà intellettuale della Geoconsulting int.
Riservati tutti i diritti a termine di legge, vietata la riproduzione
e la divulgazione.



Sommario

1.	Premessa	1
2.	Riferimenti normativi	2
3.	Riferimenti bibliografici.....	2
4.	Descrizione del sito (corografia).....	3
5.	Morfologia e geologia	6
6.	Idrogeologia.....	7
7.	Verifica del pericolo e della compatibilità idrogeologica ai fini urbanistici	8
8.	Caratteristiche dei materiali	11
9.	Pericolosità sismica dell'area	12
10.	Valutazioni sulla stabilità dei fronti di scavo	16
11.	Conclusioni	20



1. Premessa

Il presente studio è stato realizzato per conto di *Brenner Tunnel Construction Scarl, Via G. Vincenzo Bona 65 Roma*, al fine di ottenere le informazioni di carattere geologico tecnico necessarie per la corretta progettazione di una cava per la coltivazione di inerti che si intende attuare *sulle p.f.: 2098/1, 2096/2, 2093/3, 2097, 2668/2 del C.C. di Stilves*, all'interno del comune di Campo di Trens.

La zona in esame risulta già da più di 10 anni parte del cantiere BBT ed utilizzata per lo stoccaggio provvisorio di materiale di scavo della galleria, ed è stata oggetto, in passato, di pregressi studi da parte dello scrivente.

Il presente studio riveste carattere esecutivo ed ottempera a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), costituisce dunque documento idoneo al rilascio di concessione edilizia.

2. Riferimenti normativi

- *D.M. 17.01.2018: "Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni"*
- *D.P.P. 4 settembre 2014, n. 27*
- *D.P.P. 6 giugno 2005, n. 24*
- *L.P. 19 maggio 2003, n. 7*
- *Delibera della Giunta Provinciale di Bolzano 13 settembre 2016, n. 989*
- *D.P.P. 22 maggio 2012, n. 17*
- *D.P.P. 5 agosto 2008, n. 42*
- *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*
- *L. P. 11 agosto 1997, n. 13*

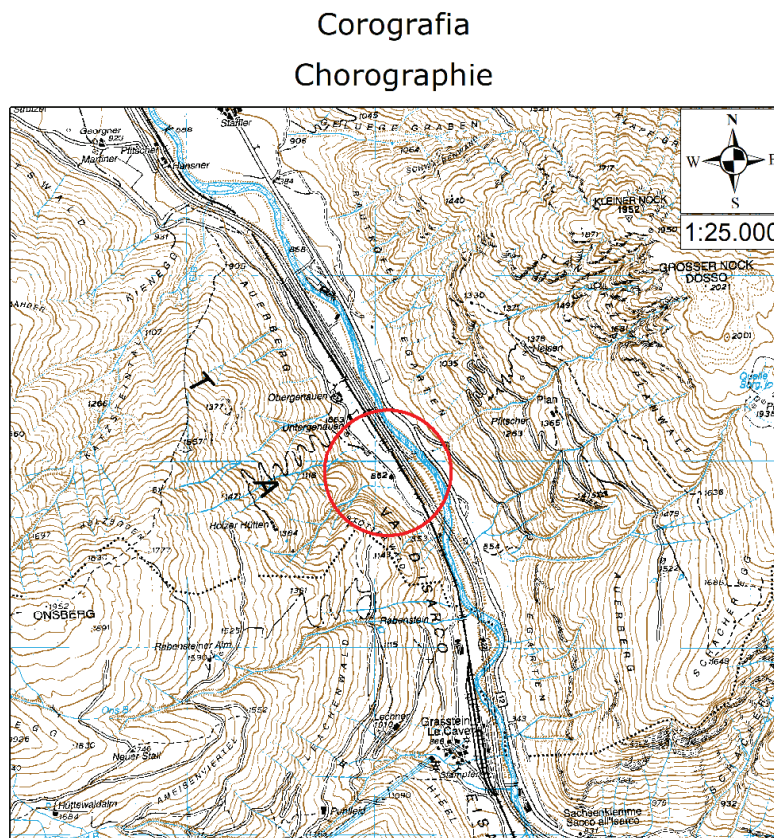
3. Riferimenti bibliografici

- G.Gisotti (2008) - Le cave
- G.Frare (1996) - Tecniche di ricoltivazione e recupero ambientale
- Hoek e Bray (1981) - Rock Slope Engineering

4. Descrizione del sito (corografia)

La cava in oggetto, che di seguito chiameremo “Cava Genauen” si colloca sul fondovalle della Wipptal, in località Genauen, nel Comune di Campo di Trens, in prossimità della sponda idrografica destra del fiume Isarco, ad una distanza di circa 10 Km da Vipiteno e di circa 20 Km da Bressanone.

Il terreno, pressoché perfettamente pianeggiante, è rappresentato da alluvioni recenti del fiume Isarco.



Zona di progetto
Projektzone

Campo di Trens
Foglio 4a
Quadrante 4
Orientamento SO

Mezzaselva
Foglio 4a
Quadrante 3
Orientamento NO

Figura 1: Corografia della zona di progetto



Figura 2: Ortofoto della zona di progetto (in rosso).



Figura 3: Panoramica della zona in esame, vista verso nord.



Figura 4: Panoramica della zona in esame, vista verso sud.



Figura 5: Panoramica della zona in esame, vista verso ovest.

5. Morfologia e geologia

Come accennato precedentemente il terreno della zona in esame è costituito da alluvioni recenti del fiume Isarco.

La granulometria dei materiali sedimentati è, naturalmente, funzione della energia dell'acqua del fiume e può variare nell'ambito dell'alveo stesso in funzione del suo grado di curvatura.

Dal punto di vista geolitologico, come confermato da sondaggi eseguiti in zona per l'installazione di tubi piezometrici, questi depositi sono rappresentati da litologie a componente prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, con frequente presenza di ciottoli e locale presenza di una limitata frazione limosa, ed in base alle prove SPT eseguite nei fori di sondaggio sono definibili con un grado di addensamento elevato.

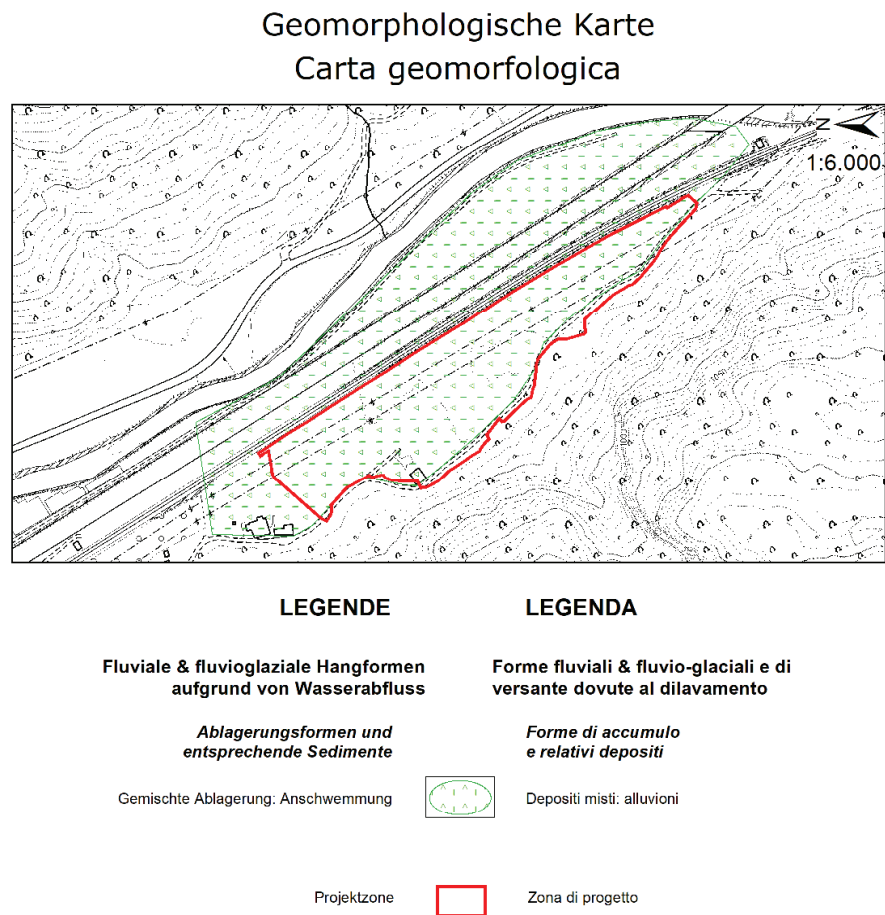


Figura 6: Carta geomorfologica comprendente la zona di studio, su base Carta Tecnica Provinciale 1:5000.

6. Idrogeologia

L'aspetto idrogeologico di maggior rilievo, con riferimento alla coltivazione di una cava, è rappresentato dalla presenza e posizione delle acque sotterranee. Nello specifico caso in esame il materasso alluvionale del fondovalle rappresenta la roccia magazzino di una falda di tipo freatico.

Misure del livello di falda, condotte a fine marzo 2019 entro tubi piezometrici presenti all'incirca agli estremi della zona in esame (Figura 7), hanno consentito di individuare una posizione del livello piezometrico compreso fra le quote di 850,5 m.s.l.m nella porzione a nord e 847,3 m.s.l.m nella porzione a sud.

Il progetto ha comunque preso in considerazione una coltivazione sino al raggiungimento di un franco di 1 metro dal livello della falda freatica.

Sotto il profilo idraulico il fiume Isarco non presenta problemi particolari e non provoca interferenze con le attività estrattive.



Figura 7: Ubicazione dei piezometri (●) nella zona di progetto.

7. Verifica del pericolo e della compatibilità idrogeologica ai fini urbanistici

Il Comune di Campo di Trens dispone di un piano delle Zone di Pericolo che, seppur al momento non ancora approvato e pubblicato sul portale provinciale, risulta comunque corretto e verificato dai competenti uffici provinciali, pertanto viene utilizzato nella seguente valutazione.

Di seguito si riporta quindi un estratto della suddetta carta comprendente la zona di progetto (Figura 8).

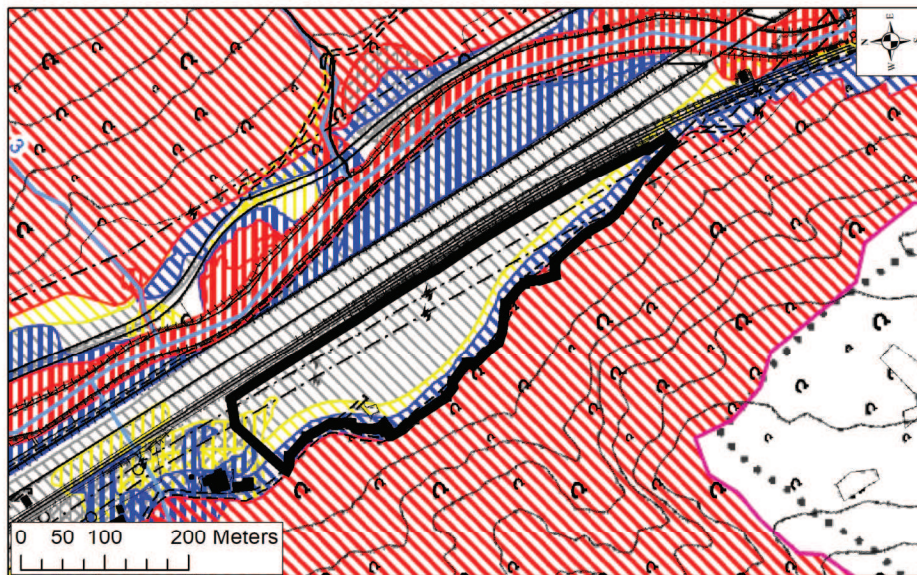
Si consideri inoltre che a monte dell'area in progetto sono stati messi in opera una serie di paramassi per mettere in sicurezza la sottostante strada comunale, utilizzata anche come ciclabile, che costeggia area di progetto (Figure 9 e 10)

Dal punto di vista idraulico la zona risulta verificata e la presenza del rilevato autostradale impedisce a eventuali piene modellate nella verifica del pericolo di raggiungere l'area di studio.

Preso atto delle valutazioni sopra esposte, l'area in esame può essere pertanto classificata come:

esaminata e non pericolosa (H4-H2)

Gefahrenzonenkarte (GZK)
Carta delle zone di pericolo (CZP)



LEGENDE

LEGENDA

GEFAHRENSTUFE
LIVELLO DI PERICOLOSITÀ

- H4
Sehr hoch / Molto elevato
- H3
Hoch / Elevato
- H2
Mittel / Medio
- Untersucht und nicht gefährlich (H4 - H2)
Esaminato e non pericoloso (H4 - H2)

projektzone / area progetto

NATURGEFAHRENTYP
TIPO DI PERICOLO NATURALE

Massen-
bewegungen
Frane

Wassergefahren
Pericoli idraulici

Lawinen
Valanghe



Figura 8: Stralcio della Carta delle Zone di Pericolo relativa all'area di progetto.



Figure 9 e 10: Barriere paramassi presenti a monte della zona di progetto.

8. Caratteristiche dei materiali

I terreni oggetto della presente analisi sono costituiti da alluvioni recenti del fiume Isarco, con materiali a natura sostanzialmente ghiaiosa e sabbiosa. Ne deriva una anisotropia che non consente una caratterizzazione univoca del sedimento.

I litoidi presentano un buon grado di arrotondamento a testimonianza di un'azione di trasporto da parte delle acque. La natura dei litoidi rispecchia le caratteristiche petrografiche delle rocce tipiche delle valli incise dai corsi d'acqua che confluiscono nella conca di Vipiteno.

Prevalenti risultano quindi i materiali scistosi (Pennidico ed Austroalpino), abbondanti anche i carbonati: calcari, dolomie e calcari dolomitici. Abbondanti, nella frazione sabbiosa, il quarzo in grani bianco lattiginosi.

Sulla base di analisi di laboratorio pregresse appositamente eseguite su diversi campioni prelevati nel sito in oggetto, sono stati misurati i seguenti valori:

Passante al Ø 200	<10%	<10%
Los Angeles	29	28,82
Gelività	0,4	0,4
Coefficiente di forma	12,1	8,2
Coefficiente di appiattimento	10	11

Per quanto concerne invece i parametri geotecnici, per mezzo tra l'altro di correlazioni fra prove eseguite in sito (SPT) e angolo di attrito ψ è possibile stabilire:

$$\psi = 36^\circ - 39^\circ$$

$$c = 0,5 - 1 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma = 1,95 \text{ t/m}^3$$

Va sottolineato che la coesione è da attribuirsi a *coesione apparente*, inseribile dunque solo in verifiche a breve termine.

9. Pericolosità sismica dell'area

Con l'abrogazione del Decreto del Presidente della Provincia del 21.07.2009, n. 33, anche per i comuni dell'Alto Adige risulta necessario applicare la normativa in atto in tutto il territorio nazionale che si basa sulle indicazioni contenute nelle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa circolare applicativa.

Per conoscere i parametri sismici che caratterizzano l'area in oggetto si fa riferimento al foglio di calcolo "Spettri di risposta" ver. 1.0.3, scaricabile dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, da cui sulla base della determinazione delle coordinate geografiche della zona di studio si ottengono i parametri a_g , F_0 e T_c^* che servono a definire le caratteristiche dell'area in relazione al reticolo a maglia quadrata di lato $0,05^\circ$ a cui per ogni nodo sono associati determinati valori di sismicità, elaborato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

La zona di studio è definita dalle coordinate geografiche "WGS84":

11.530958; 46.833351

Che definiscono i seguenti valori:

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

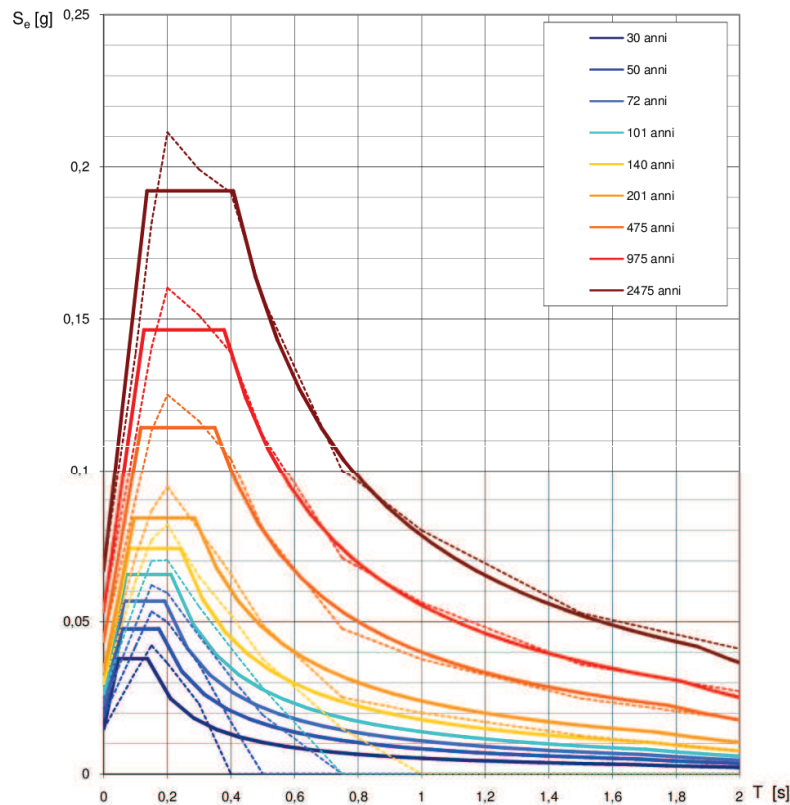
T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0,015	2,539	0,137
50	0,019	2,497	0,173
72	0,023	2,502	0,191
101	0,026	2,489	0,211
140	0,030	2,483	0,241
201	0,034	2,494	0,285
475	0,044	2,619	0,350
975	0,053	2,743	0,378
2475	0,067	2,872	0,407

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Tabella 1: Valori dei parametri per i periodi di ritorno di riferimento

Associati agli spettri di risposta elastica:

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
 Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 11: Grafico dei spettri di risposta elastici per il periodo di riferimento

Assegnando di seguito all'opera in progetto una vita nominale ≥ 50 anni (tipo di **costruzione 2** da tabella 2.4.I delle N.T.C.) ed una **classe d'uso II** (tabella 2.4.II delle N.T.C.), si ottengono i dati riportati nella tabella seguente che li associa ai possibili stati limite previsti dalla normativa vigente:

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

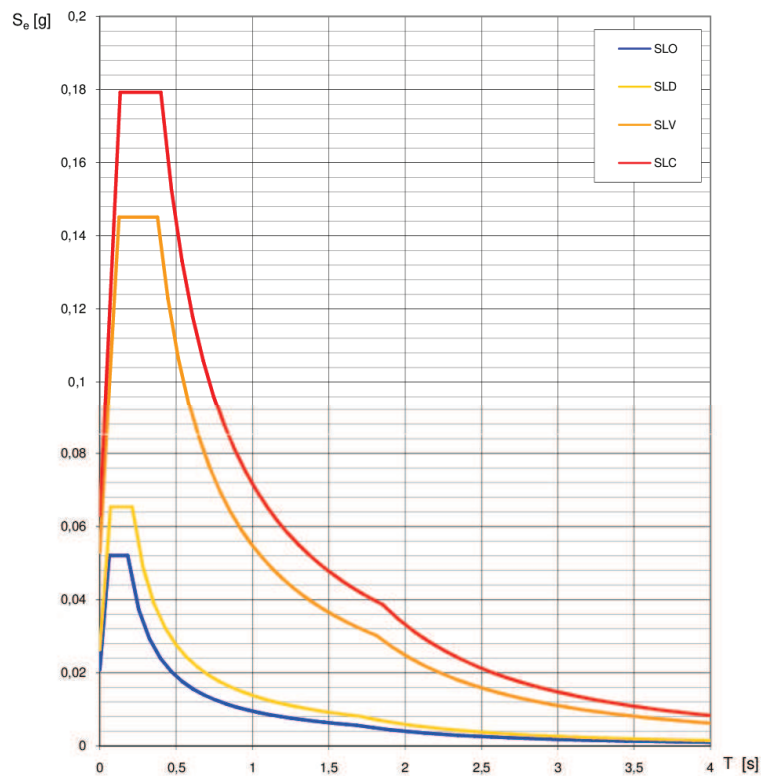
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
SLO	60	0,021	2,499	0,182
SLD	101	0,026	2,489	0,211
SLV	949	0,053	2,738	0,377
SLC	1950	0,063	2,838	0,399

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Tabella 2: Valori dei parametri per i periodi di ritorno associati a ciascun stato limite

A cui si associano i seguenti spettri di risposta elastica:

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 12: Grafico dei spettri di risposta elastici per il periodo di riferimento.

I terreni che interagiranno con l'opera in oggetto possono essere definiti come appartenenti alla *categoria di sottosuolo C*, in base alla definizione dei suoli sismici fornita dalla tabella seguente (Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo, D.M. 17.01.2018):

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3: Categorie di sottosuolo

È necessario infine definire il coefficiente che tenga conto delle caratteristiche topografiche dell'area di studio, che può essere scelto consultando la tabella seguente:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 4: Categorie topografiche

Da quanto riportato in precedenza la zona di progetto rientra nella categoria topografica **T1**.

10. Valutazioni sulla stabilità dei fronti di scavo

Per fornire una verifica speditiva della stabilità dei fronti di scavo che secondo le sezioni di progetto potranno essere realizzati, si è scelto di usare le carte circolari di Hoek e Bray (1981), attualizzate alla normativa vigente che prevede l'uso di un fattore di sicurezza, pari al rapporto tra le forze resistenti e quelle agenti pari ad almeno 1,1 (R2) e considerando i coefficienti parziali per i parametri geotecnici (M2).

Sulla base di quanto presentato successivamente, si sono utilizzati i valori caratteristici dei parametri, ottenuti dall'approccio Bayesiano utilizzando la relazione proposta da Cherubini e Orr (1999) per risalire ai valori di progetto da utilizzare nelle verifiche:

- Peso di volume naturale $\rightarrow \gamma_{nat} \text{ (KN/m}^3\text{)} = 19,5 \rightarrow 19,5/\gamma_\gamma = 19,5$
- Angolo d'attrito $\rightarrow \varphi \text{ (}^\circ\text{)} = 37,92 \rightarrow \text{tg}\varphi/\gamma_\varphi = 0,79/1,25 = 0,63$
- Coesione apparente (a breve termine) $\rightarrow C_a \text{ (KN/m}^2\text{)} = 9,67 \rightarrow 9,67/\gamma_c = 9,67/1,25 = 7,74$

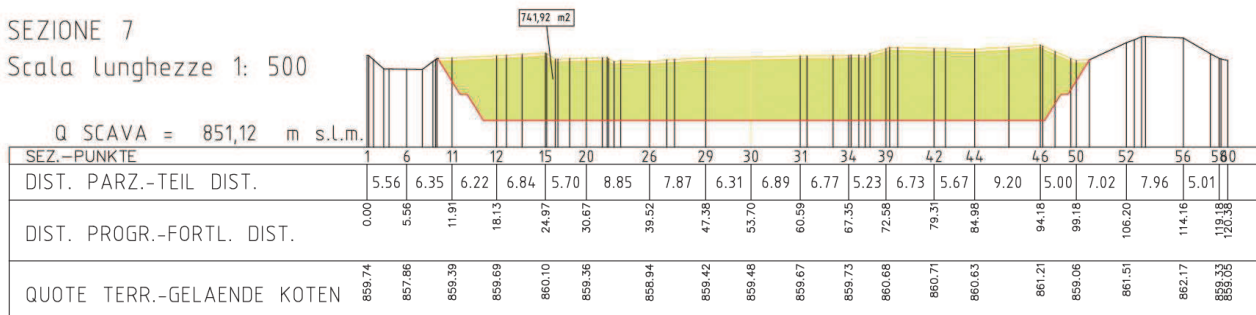
(si è scelto di usare la coesione apparente, perché i fronti di scavo resteranno aperti solo in via temporanea nel corso della fase di coltivazione), le scarpate vanno dunque considerate come profili provvisori in previsione di un successivo riempimento con ripristino della morfologia originaria.

Ricorrendo alla carta circolare n.1 che fa riferimento a fronti di scavo in terreni omogenei e privi di falda, riportando di seguito a titolo di esempio alcune sezioni di progetto (Figure 13 e 14), in base al coefficiente di sicurezza proposto dalle NTC 2018 (R2=1.1), verranno successivamente riassunti in forma tabellare gli angoli di scarpata ammissibili in funzione dell'altezza del fronte di scavo.

SEZIONE 7

Scala lunghezze 1: 500

Q SCAVA = 851,12 m s.l.m.



SEZIONE 14
Scala lunghezze 1: 500

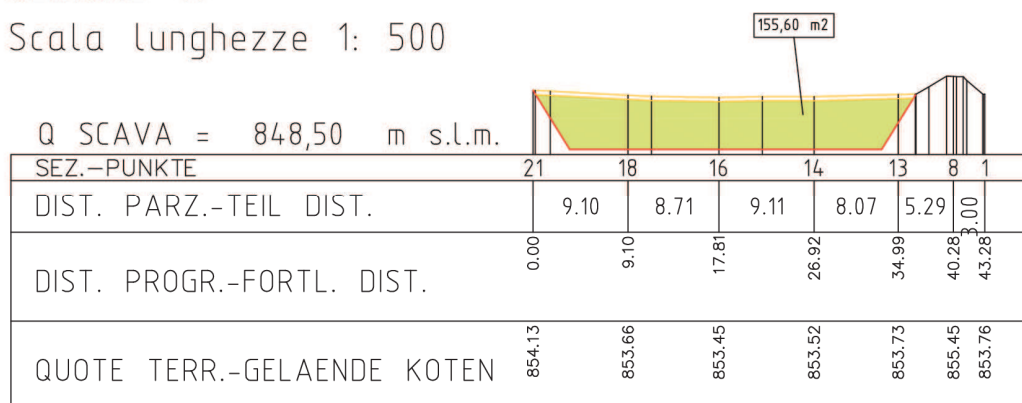


Figure 13 e 14: Estratti delle sezioni di progetto.

Riassumendo:

altezza fronte di scavo (m)	massimo angolo di scarpa ammissibile (°)	risultato ottenuto dalla carta circolare
4.0	67	verificato
6.0	56	verificato
10.0	47	verificato

Di seguito si riportano quindi i grafici di stabilità proposti da Heok e Bray (1981).

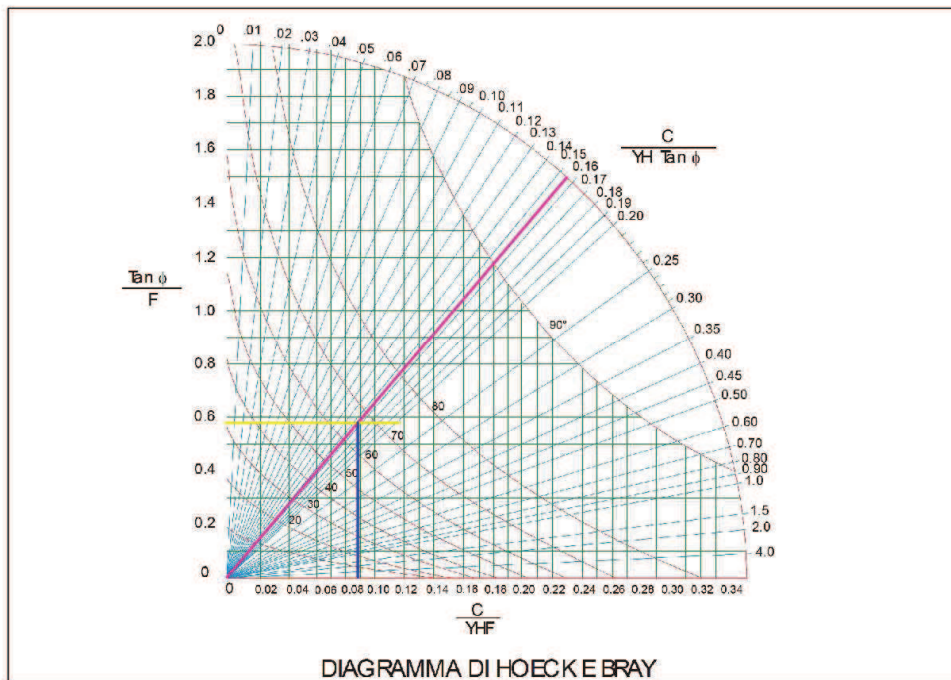


Figura 15: Carta circolare n.1 per fronti di scavo di altezza 4m.

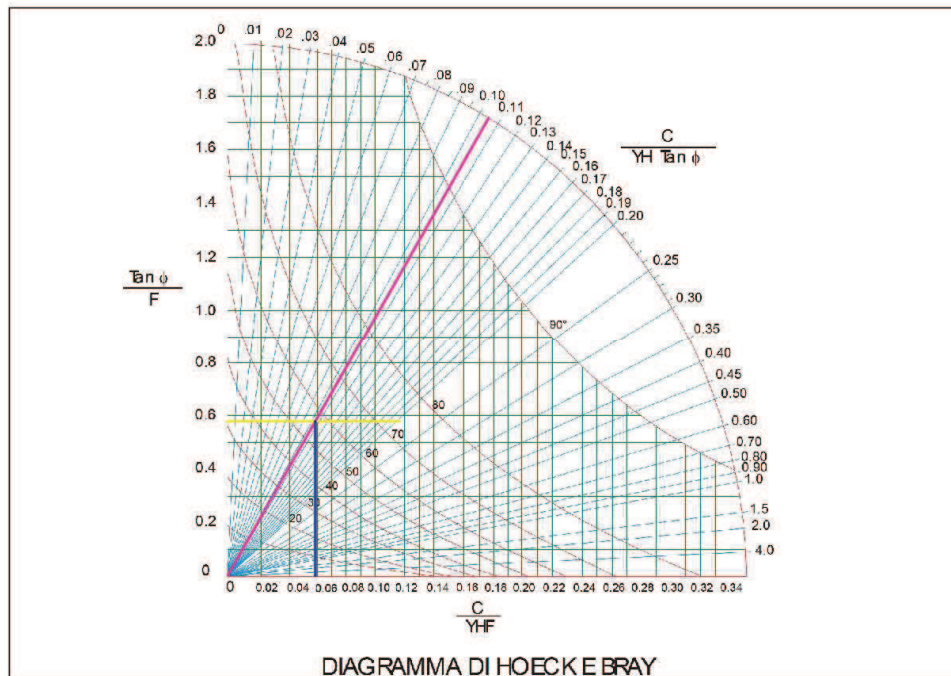


Figura 16: Carta circolare n.1 per fronti di scavo di altezza 6m.

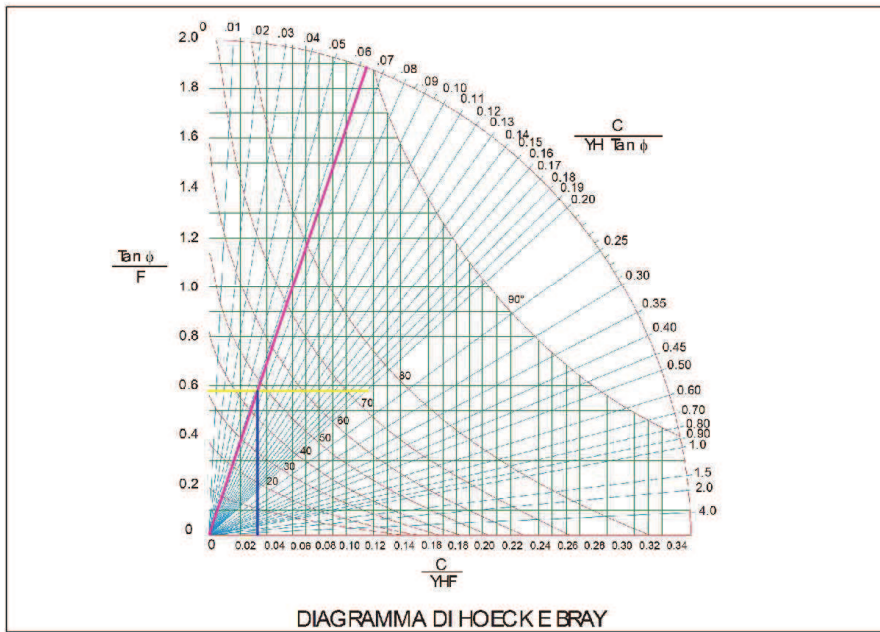


Figura 17: Carta circolare n.1 per fronti di scavo di altezza 10m.

11. Conclusioni

La presente relazione ha avuto lo scopo di caratterizzare le problematiche geologiche presenti nell'area di studio ubicata all'interno del comune di Campo di Trens, dove si ha in progetto la realizzazione di una cava per inerti sulle p.f. 2098/1, 2096/2, 2093/3, 2097, 2668/2 del C.C. Stilves.

L'area oggetto di studio risulta interessata da depositi alluvionali caratterizzati da granulometrie prevalentemente ghiaiose e sabbiose, con la frequente presenza di ciottoli.

L'area si presenta sotto i punti di vista: geomorfologico, geologico ed idrogeologico, del tutto idonea alla realizzazione di una cava per l'estrazione di inerti che, vista le buone caratteristiche fisico meccaniche, potranno essere destinati per la fabbricazione di calcestruzzi.

La classificazione delle zone di pericolo per l'area di progetto si è basata sull'analisi della carta delle zone di pericolo del comune di Campo di Trens oltre che da sopralluoghi effettuati in zona.

Si è ritenuto pertanto di poter definire la zona come:

esaminata e non pericolosa (H4-H2),

e quindi compatibile con la realizzazione del progetto in oggetto.

Va peraltro sottolineato che, qualora gli scavi fossero destinati ad un successivo riempimento e lo stesso dovesse avvenire dal ciglio degli scavi stessi, sarà necessario procedere, per evidenti motivi di sicurezza, ad una attenta verifica di stabilità della scarpata nel momento in cui venisse sollecitata al ciglio dal peso dei camions in fase di scarico.