

OMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
Dott. Ing. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

02 - DEPOSITI DEFINITIVI C - PLATTNER

Relazione Geotecnica

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	C L	R I O 3 4 0	0 0 4	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	B. Fiorentino	18/07/2022	A. Valente	19/07/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	gg/mm/aaaa	IL PROGETTISTA A. Polli 15/12/2022
B	Emissione a seguito di indicazioni Committenza	L. Di Vittorio	01/12/2022	P. Fontana	02/12/2022	D. Buttafoco	05/12/2022	

File: IB0U1BEZZCLRI0340004A.docx

n. Elab.:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 1 di 29

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
4. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	6
5. CENNI DI GEOLOGIA.....	7
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE	9
6.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI E VALORI DI SPT	11
6.2 PROVE DI PERMEABILITA'	13
6.3 PROVE DI LABORATORIO.....	13
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI	14
7.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI DI RIEMPIMENTO	18
7.2 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	20
7.3 PARAMETRI DI PROGETTO	20
7.4 FALDA	21
8. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	22
8.1 VITA NOMINALE, COEFFICIENTE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	22
8.2 ACCELERAZIONE DI RIFERIMENTO SU SUOLO RIGIDO	22
8.3 RISPOSTA SISMICA LOCALE	24
8.4 AZIONE SISMICA EQUIVALENTE	26
9. LIQUEFAZIONE.....	27

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 2 di 29

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda l'asse ferroviario Monaco – Verona, accesso sud alla galleria di base del Brennero ed in particolare il quadruplicamento della linea Fortezza – Verona, Lotto 1: Fortezza – Ponte Gardena.

Nell'ambito di tale progetto si prevede anche la sistemazione dei depositi comunemente indicati come depositi in Val Riga. Tali depositi sono: deposito di Forch I e Forch II, deposito Plattner e deposito di Hinterrigger. Per il deposito di Forch I e II si prevede uno sfruttamento nella prima fase del progetto per cavare il materiale utile alle lavorazioni e in seconda fase si prevede il ripristino e la sistemazione dell'area mediante un rinterro per recuperare la quota topografica; nel deposito di Hinterrigger si prevede l'abbancamento al di sopra di un precedente abbancamento realizzato da BBT; per tutti gli altri depositi si prevede un abbancamento direttamente sulla attuale superficie topografica previo uno scotico di 50cm, i primi 30cm di terreno vegetale proveniente dalle operazioni di scotico verrà utilizzato per ricoprire al termine dei lavori l'abbancamento stesso.

In particolare la presente relazione riguarda le valutazioni di carattere geotecnico su cui si sono basati il dimensionamento degli interventi e le verifiche geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente in materia e riportate nello specifico documento (Doc. Rif. [1]).

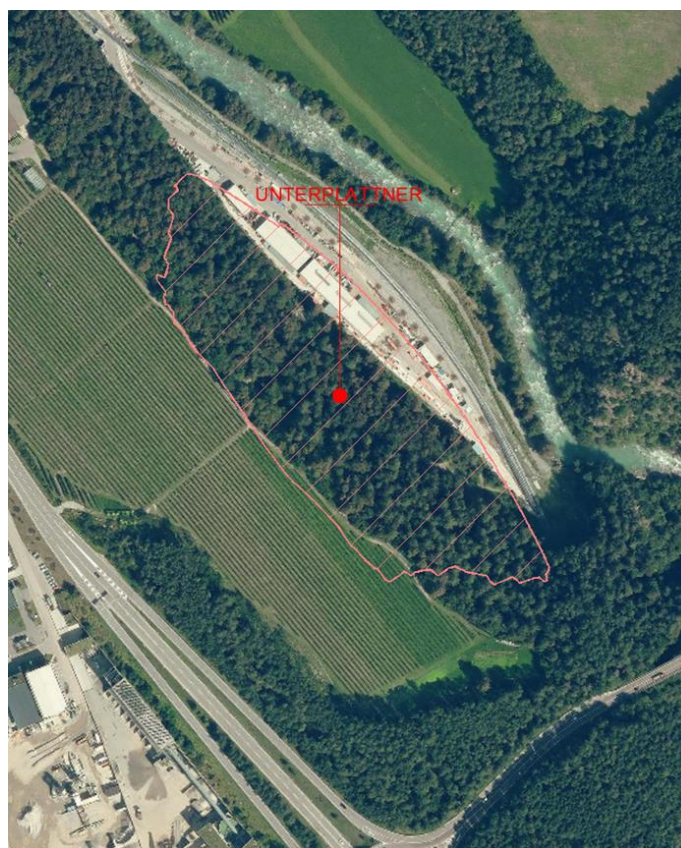


Figura 1-1 - Ubicazione dei depositi all'interno del territorio del Comune di Varna

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandanti:</u> SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 3 di 29

Scopo del documento è descrivere le valutazioni di carattere geotecnico su cui si sono basati il dimensionamento degli interventi e le verifiche geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente in materia..

Il documento è così articolato:

- Il Cap. 3 elenca i documenti, le normative di riferimento;
- Il Cap. 4 sintetizza la localizzazione geografica dell'opera;
- Il Cap. 5 riporta un inquadramento geologico dell'area;
- Il Cap. 6 riporta le indagini geognostiche effettuate sull'area;
- Il Cap. 7 è dedicato alla caratterizzazione geotecnica delle principali formazioni stratigrafiche presenti;
- Il Cap. 8 definisce l'azione sismica di progetto;
- Il Cap. 9 riguarda il rischio di liquefazione.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandanti:</u> SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">RI0340004</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">4 di 29</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CL	RI0340004	B	4 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	CL	RI0340004	B	4 di 29													
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica																		

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano nel seguito le leggi ed i regolamenti cui si è fatto riferimento nella progettazione delle opere trattate in questa relazione:

- Rif. [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Rif. [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Rif. [3] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- Rif. [4] UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 5 di 29

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- Rif. [6] Tratta Fortezza-Ponte Gardena - Lotto 1 - Progetto Definitivo di dettaglio - Geotecnica dei tratti all'aperto – Relazione geotecnica dei tratti all'aperto - IBL110D11RBGE0005001;
- Rif. [7] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Relazione tecnico-descrittiva– IB0U1BEZZCLR0340001B;
- Rif. [8] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Relazione geotecnica – IB0U1BEZZCLR0340004A;
- Rif. [9] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Relazione di monitoraggio – IB0U1BEZZRHRI0340002A;
- Rif. [10] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Relazione idraulica e opere di difesa (smaltimento acque) – IB0U1BEZZCLR0340003B;
- Rif. [11] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Relazione di rispondenza tecnico-funzionale del PE, comparativa con PD e di ottemperanza alle prescrizioni – IB0U1BEZZRHRI0340001B;
- Rif. [12] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Planimetria stato di fatto – IB0U1BEZZP7RI0340001B;
- Rif. [13] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Planimetria di progetto fase finale – IB0U1BEZZP7RI0340002B;
- Rif. [14] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Sezioni geotecniche – IB0U1BEZZWZRI0340002B;
- Rif. [15] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Sezioni trasversali fase finale – IB0U1BEZZWZRI0340001B;
- Rif. [16] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Planimetria sistema drenante superficiale – fase finale – IB0U1BEZZP7RI0340003B;
- Rif. [17] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Particolari e dettagli realizzativi – IB0U1BEZZBBRI0340001B;
- Rif. [18] Tratta Fortezza-Ponte Gardena – Lotto 1 - Progetto Esecutivo - Progetto Depositi – Depositi definitivi – C - Plattner – Particolari opere idrauliche – opera di scarico – IB0U1BEZZBZRI0340001B;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 6 di 29

4. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area oggetto di studio ricade a nord dell'abitato di Varna all'interno dell'omonimo comune, Provincia di Bolzano, in destra idrografica del Fiume Isarco (Figura 4-1).

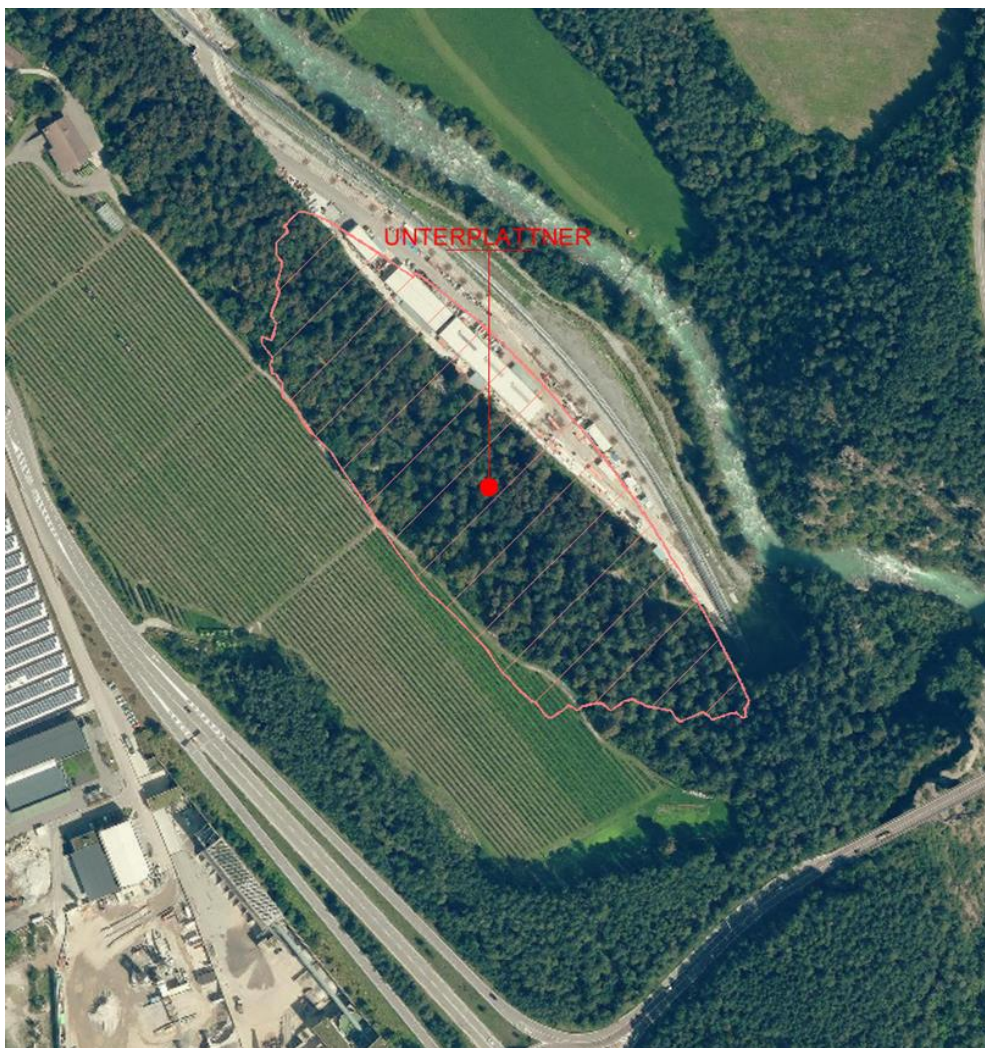


Figura 4-1: Ubicazione dell'area di studio

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 7 di 29

5. CENNI DI GEOLOGIA

L'area di interesse si colloca in uno dei settori più complessi delle Alpi orientali, in prossimità della linea Insubrica, noto sistema di faglie che separa le unità Europa vergenti da quelle Africa vergenti. L'area rilevata si sviluppa a sud di tale lineamento, nel dominio Sudalpino o delle Alpi Meridionali, caratterizzato da un basamento ercinico e da successioni vulcaniche e sedimentarie di età permomesozoica (Figura 5-1).

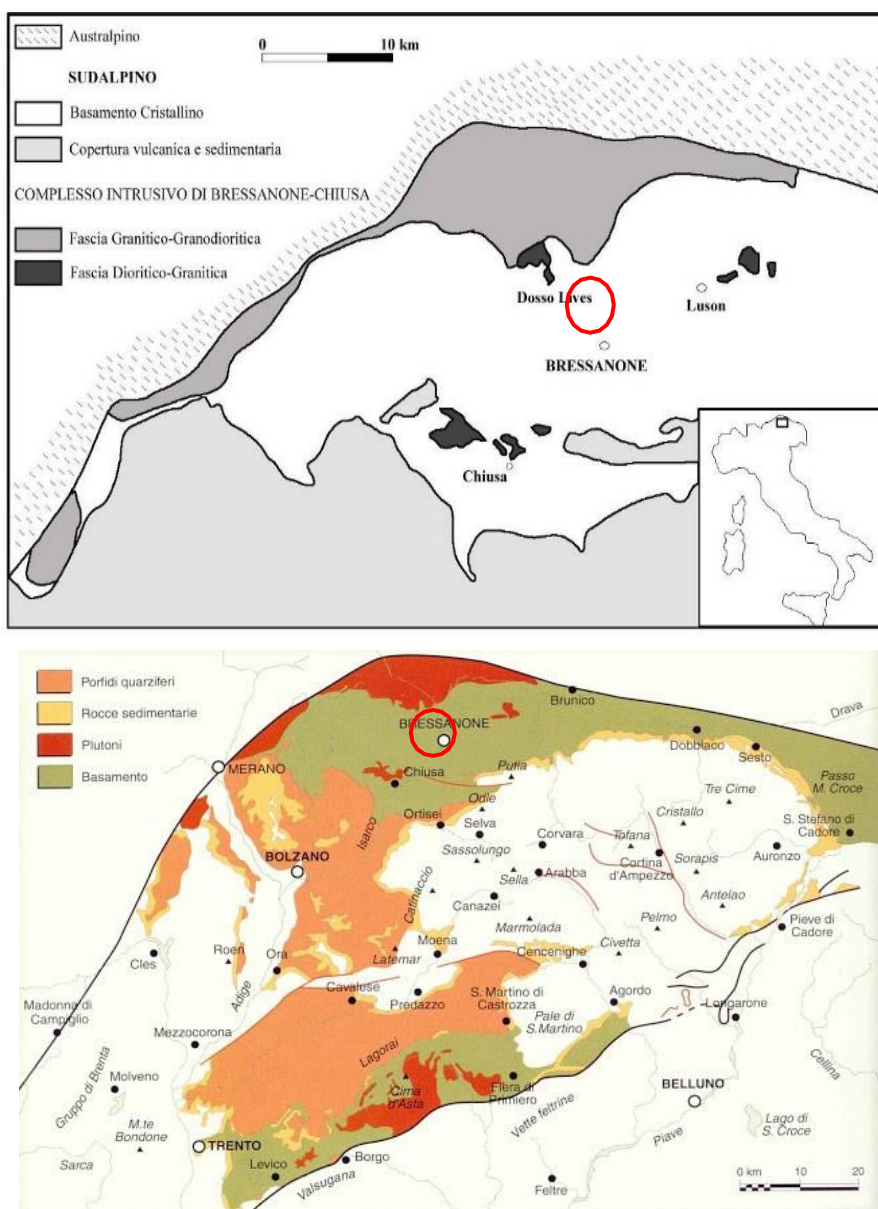


Fig. 1 - Inquadramento geologico semplificato dell'area indagata (a - da Rottura et alii, 1998; b – da Bosellini, 1989)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0340004</td> <td>B</td> <td>8 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CL	RI0340004	B	8 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	CL	RI0340004	B	8 di 29								

Il substrato roccioso, costituito dal basamento cristallino del sudalpino, è spesso coperto dai depositi quaternari (Pleistocene Sup. – Olocene) che schematicamente si possono raggruppare in: depositi colluviali nei tratti di fondovalle delle aste vallive principali (Val Isarco) e alla base dei versanti affacciati su queste valli, depositi alluvionali, depositi glaciali/fluvio-glaciali e depositi lacustri attribuibili alle fasi glaciali-interglaciali susseguitesesi a partire dal medio Pleistocene.

L'area di Plattner si inserisce in un contesto geologico ove affiorano unicamente depositi quaternari. Tali depositi sono riconducibili al riempimento della cosiddetta "conca di Bressanone" (Castiglioni, 1997) presso la confluenza del Fiume Rienza nel Fiume Isarco. Tale riempimento è attribuito al penultimo interglaciale avvenuto nel Pliocene.

Per la descrizione dettagliata delle stratigrafie si rimanda agli elaborati specifici.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 9 di 29

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini in sito sono costituite da una campagna svolta nel febbraio 2013. Nell'ambito della campagna di indagini è stato eseguito nel sito il sondaggio C28 di lunghezza 30 m con prelievo di campioni tutti rimaneggiati, che successivamente sono stati inviati in laboratorio per prove geotecniche. Inoltre sono state condotte le seguenti operazioni:

- prove penetrometriche dinamiche SPT in foro;
- prove di permeabilità Lefranc in foro;
- prove pressiometriche;
- prove di laboratorio di classificazione;
- rilievi geostrutturali su alcuni affioramenti rocciosi rappresentativi;

Sondaggio	Longitudine	Latitudine	Quotatesta	Profondità raggiunta
			[m m.s.l.]	[m]
C28	1701736	5182736	710	30

Tabella 6-1: Campagna 2013, ubicazione e profondità dei sondaggi

Sondaggio	Prove in foro			Piezometro	Prelievo campioni
	SPT	Pressiometriche	Lefranc		
C28	7	1	2	Piezometro Norton	7

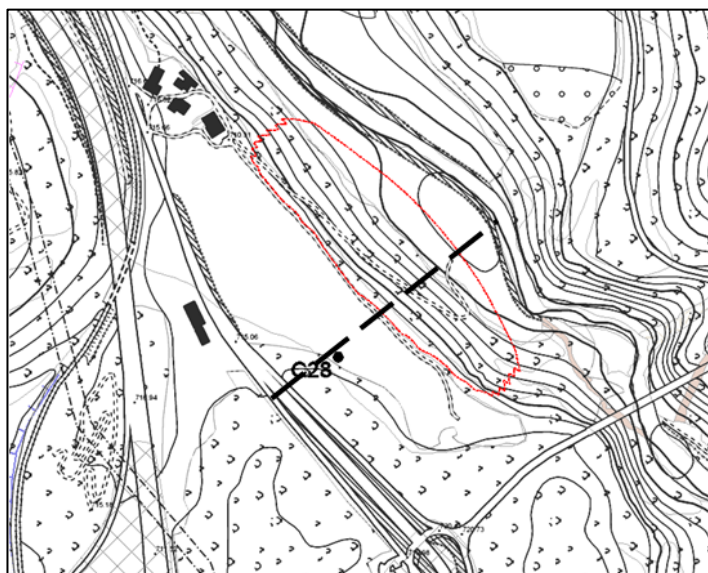
Tabella 6-2: Campagna 2013, sintesi delle indagini sui sondaggi.

Sondaggio	Campione	Profondità superiore	Profondità inferiore
-	-	m	m
C28 (AGI/S)	A	2.20	3.00
C28 (ASTM)	A	2.20	3.00
C28 (AGI/S)	B	5.10	5.60
C28 (ASTM)	B	5.10	5.60
C28 (AGI/S)	C	9.20	9.60

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 10 di 29

C28 (ASTM)	C	9.20	9.60
C28 (AGI/S)	D	12.30	13.00
C28 (ASTM)	D	12.30	13.00
C28 (AGI/S)	E	15.00	15.50
C28 (ASTM)	E	15.00	15.50
C28 (AGI/S)	F	17.00	17.40
C28 (ASTM)	F	17.00	17.40
C28 (AGI/S)	G	23.00	23.50
C28 (ASTM)	G	23.00	23.50

Tabella 6-3: Campagna 2013, sintesi dei campioni per le prove di laboratorio



LEGENDA CARTA UBICAZIONE INDAGINI

- C28 ● Sondaggi ordinari – campagna 2013
 - - - Traccia di sezione geologica

Figura 6-1: Planimetria dell'area con ubicazione delle indagini.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 11 di 29

6.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI E VALORI DI SPT

La stratigrafia del sondaggio C28 evidenzia un primo strato di blocchi e ghiaie in matrice sabbiosa e un sottostante strato di sabbie limoso ghaiose.

Si riporta la stratigrafia dei sondaggi con le indicazioni delle SPT:

Sondaggio	Unità	Depth	NSPT
-	-	[m]	[blows/foot]
C28	3	1.50	21
C28	3	7.50	52
C28	3	12.00	100
C28	3	13.50	100
C28	3	18.00	100
C28	1	24.00	52
C28	1	27.00	73

Tabella 6-4: Valori di N_{spt} per il sondaggio C28

Dai valori di NSPT è stato possibile ricavare il valore di resistenza penetrometrica dinamica nei primi 30 m N_{SPT,30} e con esso è stata determinata la categoria di sottosuolo, in accordo con quanto previsto dal 3.2.2 delle NTC 2008 "D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni":

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

Dove:

h_i spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30m di profondità

N_{SPT,i} numero di colpi nell'i-esimo strato

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 12 di 29

La tabella seguente elenca i valori di $N_{SPT,30}$.

Z	Spessore	N_{spt}	$h_i/N_{spt,i}$
m	m	-	m
1.5	1.5	21	0.071
7.5	6	52	0.115
12	4.5	100	0.045
13.5	1.5	100	0.115
18	4.5	100	0.045
24	6	52	0.115
27	3	73	0.041

Somma	0.448	
$N_{SPT,30}$	60.228	Siolo B

Tabella 6-5: Valori di N_{spt} per il sondaggio C28

La categoria di sottosuolo determinata con riferimento al valore di N_{spt} nei primi 30m, è la B.

Si riportano nelle immagini seguenti alcune fotografie delle cassette rappresentative del sondaggio:



Varna (BZ) - C28 - Box 5 - m 16.00 ÷ m 20.00

Figura 6-2 : Cassetta n. 5 del sondaggio C28 – blocchi e ghiaie in matrice sabbiosa

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 13 di 29



Varna (BZ) - C28 - Box 7 - m 24.00 + m 29.00

Figura 6-3: Cassetta n. 10 del sondaggio C28 – sabbie limoso ghiaiose

6.2 PROVE DI PERMEABILITA'

Si riporta il risultato delle prove di permeabilità Lefranc a carico costante.

Sondaggio	da	a	k
-	m	m	m/s
C28	5.10	5.80	1.51E-04
C28	15.00	16.00	7.25E-02

Tabella 6-6: Risultati da prove di permeabilità Lefranc

6.3 PROVE DI LABORATORIO

Sono stati prelevati 7 campioni tutti rimaneggiati. La tabella seguente sintetizza i risultati delle prove di laboratorio:

SONDAGGIO		CAMP.	prof.	STATO DEL CAMP.	POCKET PENET. PP	VANE TEST VT	CONTEN. D'ACQUA W	PESO UNITA' VOLUME Mj/m ³	PESO SECCO UNITA' VOLUME Mj/m ³	GRANULOMETRIA					LIMITI DI ATTERBERG		CLASSIFICAZIONE	
n.	n.	mt.			KPa	KPa	%			GHIAIA G	SABBIA S	LIMO L	L+A	ARGILLA A	WI	Ip	UNI 10006	USCS
C28	A	2.20	R							45.59	35.73	14.26	18.68	4.42	N.D.	N.P.	A-1-b	SM
		3.00								34.87	45.70	12.69	19.43	6.74				
C28	B	5.10	R							54.40	36.32	8.20	9.28	1.08	N.D.	N.P.	A-1-a	GP-GW
		5.60								34.36	55.60	6.83	10.03	3.20				
C28	C	9.20	R							61.39	37.23	/	1.38	/	N.D.	N.P.	A-1-a	GP-GW
		9.60								54.53	43.87	/	1.60	/				
C28	D	12.30	R							62.66	31.06	/	6.28	/	N.D.	N.P.	A-1-a	GM-GP
		13.00								53.38	39.84	/	6.78	/				
C28	E	15.00	R							69.07	23.86	/	7.08	/	N.D.	N.P.	A-1-a	GM-GP
		15.50								61.95	30.41	/	7.64	/				
C28	F	17.00	R							77.70	16.38	/	5.92	/	N.D.	N.P.	A-1-a	GM-GP
		17.40								72.42	21.26	/	6.33	/				
C28	G	23.00	R							18.45	63.03	15.20	18.52	3.32	N.D.	N.P.	A-2-4	SM
		23.50								16.38	64.12	13.46	19.51	6.05				

Tabella 6-7: Risultati delle prove di laboratorio

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL	SIST		
M Ingegneria						
Depositi definitivi C- Plattner	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione Geotecnica	IB0U	1BEZZ	CL	RI0340004	B	14 di 29

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

I criteri di interpretazione delle indagini geotecniche tengono conto del fatto che in corrispondenza delle opere in esame sono stati rinvenuti fundamentalmente sia depositi quaternari (depositi fluvio – glaciali e depositi alluvionali), sia unita tettoniche complesse quali quelle costituenti il basamento metamorfico (filladi quarzifere, dioriti quarzifere e graniti) e le rocce magmatiche permiane (dioriti e graniti biotitici).

L'individuazione del tipo di materiale, e quindi la scelta del metodo di interpretazione, è fatta principalmente sulla base:

- della descrizione stratigrafica dei sondaggi;
- delle prove di laboratorio, laddove disponibili, sui campioni di terreno e sulle carote di roccia.

Come già descritto nella Relazione Geotecnica i depositi morenici incontrati nell'ambito del Deposito sono costituiti da sabbie da fini (fino a sabbie limose) a medio-grossolane e da ghiaie e ciottoli di dimensioni variabili. Si tratta di materiali in cui sono state condotte prove SPT che hanno dato risultati generalmente piuttosto alti (superiori a 40 colpi/30cm) ed in alcuni casi a rifiuto. Viste le caratteristiche granulometriche dei materiali i parametri che ne caratterizzano la resistenza al taglio sono ovviamente parametri drenati.

Le unità geotecniche di riferimento individuate nel sito di Plattner sono le seguenti:

- Unità 1: sabbie limoso-ghiaiose;
- Unità 3 : blocchi e ghiaia in matrice sabbiosa;

Le correlazioni utilizzate per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei materiali si basano sui valori di N_{spt} ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche e sono di seguito elencate:

7.1 DEPOSITI INCOERENTI

Tutte le unità geotecniche possono essere caratterizzate con le correlazioni tipiche dei depositi incoerenti. Per i depositi prevalentemente incoerenti, i parametri geotecnici di resistenza al taglio e di deformabilità possono essere stimati sulla base dell'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

Sono stati considerati i valori minimi di densità relativa ottenuti dalle varie correlazioni che di seguito vengono espone.

Stato di addensamento

Correlazione di Skempton

In accordo a quanto indicato in Skempton (1986), la densità relativa D_r può essere correlata al valore N_{SPT} con la seguente legge:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 15 di 29

$$D_r = \left(\frac{1}{A + B \cdot \sigma'_{vo}} \cdot N_{SPT} \right)^{0.5}$$

essendo:

A, B = costanti empiriche indicate in Tabella 7-1;

σ_{vo} = pressione verticale efficace esistente in sito alla quota della prova SPT (kg/cm²);

N_{SPT} = numero di colpi per 30 cm di infissione;

D_r = densità relativa (-)

Tipo di materiale	A	B
Sabbie fini normalmente consolidate	27,5	27,5
Sabbie grosse normalmente consolidate	43,3	21,7
Sabbie sovraconsolidate	27,5÷43,3	$(21,7 \div 27,5) \cdot \frac{1 + 2 \cdot (ko)_{sc}}{1 + 2 \cdot (ko)_{nc}}$

Tabella 7-1: Costanti empiriche A e B (Skempton, 1986)

Nel caso in esame sono state considerate le costanti empiriche relative a sabbie grosse normal consolidate.

Parametri di resistenza

Per la stima dell'angolo di resistenza al taglio dalle prove SPT sono state utilizzate diverse correlazioni di seguito illustrate.

Correlazione di Schmertmann

L'angolo di resistenza al taglio (φ') stimato dalle prove SPT in base alla correlazione proposta da Schmertmann (1977) correla l'angolo di resistenza al taglio alla densità relativa attraverso la seguente relazione:

$$\varphi = 38.0 + 0.08 \cdot D_r \quad \text{valida per sabbia e ghiaia poco limosa e ghiaietto uniforme}$$

$$\varphi = 34.5 + 0.10 \cdot D_r \quad \text{sabbia grossa-media uniformemente ben gradata}$$

$$\varphi = 31.5 + 0.115 \cdot D_r \quad \text{sabbia medio-fine uniformemente ben gradata}$$

$$\varphi = 28.0 + 0.14 \cdot D_r \quad \text{sabbia fine uniforme}$$

essendo: D_r = densità relativa

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 16 di 29

Correlazione De Mello (1971):

$$\phi' = 19 - 0.38\sigma'_v + 8.73 \log(N_{PT})$$

dove σ'_v è la pressione efficace in kg/cm² e N_{SPT} il numero di colpi medio misurato.

La relazione è valida per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.). E' da considerarsi inattendibile però per valori di ϕ' superiori a 38°.

Correlazione di Meyerhof (1959)

$$\phi' = 28 + 0.15 D_r$$

Dove:

D_r = densità relativa percentuale.

Caratteristiche di deformabilità

Il modulo di taglio iniziale (G_0) e quello di Young iniziale (E_0), associabili a piccole deformazioni, possono essere ricavati dai valori delle velocità delle onde di taglio (V_s) utilizzando le seguenti correlazioni:

$$G_0 = \frac{\gamma_t}{9.81} \cdot (V_s)^2 \quad (\text{kPa})$$

$$E_0 = G_0 \cdot 2 \cdot (1 + \nu)$$

essendo:

γ_t = peso di volume naturale del terreno in assunto pari a 19 kN/m³;

ν = coefficiente di Poisson del terreno (assunto pari a 0.3);

V_s = velocità delle onde di taglio in m/sec.

La velocità delle onde di taglio (V_s) può essere ricavata direttamente dai risultati delle prove geofisiche in foro di sondaggio o indirettamente, interpretando i risultati delle prove SPT attraverso la correlazione di Ohta e Goto (1978) o la correlazione di Yoshida e al. (1988).

Correlazione di Ohta e Goto (1978)

$$V_s = C \cdot (N_{SPT})_{50\%}^{0.171} \cdot (z)^{0.199} \cdot f_A \cdot f_G \quad (\text{m/sec})$$

essendo:

$C = 53.3$;

z = profondità dal p.c. in metri;

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 17 di 29

f_A = coefficiente funzione dell'epoca geologica del deposito (vedasi la Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente f_A (funzione dell'epoca geologica del deposito));

f_G = coefficiente funzione della composizione granulometrica (vedasi la Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente f_G (funzione della granulometrica del deposito)).

f_A	Olocene	Pleistocene
	1,0	1,3

Tabella 7-2: Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente f_A (funzione dell'epoca geologica del deposito)

f_G	Ghiaie	Sabbie ghiaiose	Sabbie grosse	Sabbie medie	Sabbie fini
	1,45	1,15	1,14	1,07	1,09

Tabella 7-3: Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente f_G (funzione della granulometrica del deposito)

Nel caso in esame è stato assunto:

$f_G = 1.14$ per sabbia media grossolana;

$f_G = 1.09$ per sabbia limosa e limo sabbioso.

Correlazione di D'Appolonia e altri (1970)

$E = 191 + 7.71 \text{ NSPT (MPa)}$ per sabbia e ghiaia NC

$E = 375 + 10.63 \text{ (MPa)}$ per sabbia OC

I moduli di deformabilità "operativi" (E') da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, saranno assunti pari a $1/3 \div 1/5$ di quello iniziale (E_0) oppure pari a quello desumibile dalle correlazioni empiriche.

Correlazione di Bowels (1982)

Correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

$E = 3.2 \text{ (NSPT + 15)}$ per sabbia argillosa

$E = 3.0 \text{ (NSPT + 6)}$ per sabbia limosa, limo sabbioso

$E = 5.0 \text{ (NSPT + 15)}$ per sabbia media

$E = 12.0 \text{ (NSPT + 6)}$ per sabbia ghiaiosa e ghiaia

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL	SIST		
	M Ingegneria					
Depositi definitivi C- Plattner	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione Geotecnica	IB0U	1BEZZ	CL	RI0340004	B	18 di 29

7.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI DI RIEMPIMENTO

Le valutazioni relative ai materiali di riempimento sono state effettuate in accordo a quanto riportato nella Relazione Geotecnica dei tratti all'aperto (Doc. Rif. [6]).

Il materiale di riempimento proverrà principalmente dagli scavi delle gallerie ed in parte dagli scavi delle fondazioni previste nell'ambito del progetto di quadruplicamento del collegamento Fortezza – Verona. Si prevede che possa essere stato scavato sia con tecnica tradizionale sia con scavo meccanizzato (TBM).

I materiali scavati apparterranno principalmente alla formazione delle Filladi ed in porzione minore alle Dioriti, ma comprenderanno anche detriti di versante, dalle zone di attacco delle gallerie, così come depositi di fondovalle.

In base ai requisiti fissati in sede di progetto, il materiale, indipendentemente dalla provenienza, per poter essere accettati per il riempimento dei depositi dovrà avere le caratteristiche di seguito elencate.

Deve essere classificabile come appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A3 e A4, (ex norma CNR- UNI 10006) e dovrà essere steso in strati di spessore non superiore a 50 cm garantendo un adeguato grado di compattazione. Non potranno essere impiegati frammenti rocciosi di dimensione superiore a 250 mm. Per materiale avente pezzatura di diametro maggiore dovrà essere prevista opportuna frantumazione per garantire la granulometria richiesta.

Prima della messa in opera dovrà essere sviluppata un'opportuna sperimentazione per determinare il valore di addensamento tale da garantire i parametri da utilizzare nelle verifiche geotecniche e successivamente durante le fasi di riempimento, dovranno essere effettuate delle ulteriori prove per verificarne le effettive caratteristiche di resistenza (tipicamente prove di laboratorio di tipo Triassiale su campioni prelevati in sito).

Di seguito vengono comunque definiti i valori indicativi di densità in situ e di modulo deformazione che dovranno essere riscontrati su tutto lo spessore dello strato.

Il piano di posa dovrà essere costipato mediante rullatura in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BUn. 69). Il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa – 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a 10 MPa.

Dopo la compattazione, la densità secca di ciascuno strato dell'opera in terra dovrà risultare non inferiore al 90% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione dell'opera in terra, misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.15 MPa - 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore a 15 MPa.

Nel caso di impiego di frammenti rocciosi, in luogo della prova di densità, si dovranno eseguire, durante la formazione degli strati, solo prove per la determinazione del modulo di deformazione, eventualmente con piastra di diametro D = 600 mm.

Il materiale dovrà essere messo in opera con un contenuto d'acqua tale da permettere il raggiungimento della densità richiesta nonché dei parametri necessari alle verifiche geotecniche.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 19 di 29

Gli schemi di posa in opera e di rullatura dovranno essere verificati prima della messa in opera del materiale e quando si hanno modifiche sostanziali delle loro caratteristiche.

Per la definizione dei parametri di resistenza si è fatto riferimento anche alle indagini eseguite sui materiali dell'attuale deposito (in corso di completamento) considerando che la tipologia di materiale e le caratteristiche di posa in opera saranno del tutto analoghe.

Su questi materiali è stata eseguita una approfondita campagna di indagini geotecniche consistita in sondaggi con prove SPT, prelievo di campioni rimaneggiati che sono stati ricostituiti in laboratorio per l'esecuzione di prove di taglio diretto CD su scatola di grandi dimensioni (30x30 cm).

Sono inoltre state eseguite prospezioni simiche con tecnica tomografica in onde P e S.

I risultati di queste indagini sono stati utilizzati per le verifiche di stabilità del deposito in corso di esecuzione.

I risultati delle prove di taglio diretto sono sintetizzati nei due grafici seguenti in termini di coesione e angolo di attrito.

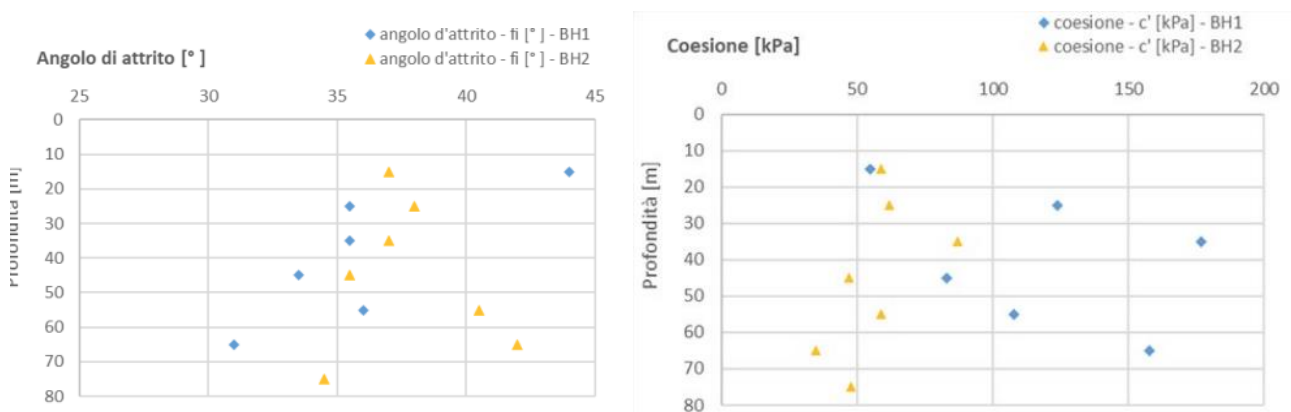


Figura 4: Risultati delle prove di taglio diretto su scatola di grani dimensioni nel deposito di Hinterrigger

Risultano valori di angolo di attrito variabili tra 31° e 44° e valori di coesione tra 35 e 177 kPa, con valori medi pari a $c' = 85$ kPa, $\varphi = 37^\circ$.

Le prove di taglio hanno indicato che ai valori di coesione più bassi corrispondono valori di angolo di attrito più elevati. Nella prova che ha fornito il valore di coesione più basso (35 kPa) ha corrisposto un valore di angolo di attrito di 42°.

Si ipotizza quindi di poter caratterizzare i materiali costituenti il riempimento per mezzo di parametri di resistenza drenati ed in particolare di potervi associare una coesione di 35KPa e un valore di angolo di resistenza al taglio pari a 38°, che sulla base di quanto sopra definito può adeguatamente cautelativo.

APPALTATORE:  CONSORZIODOLOMITI	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 20 di 29

7.3 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Sulla base delle informazioni sulla geologia locale (vedi par.5) e di quanto emerso dai log stratigrafici e dalle prove in sito, è stata ricavata la stratigrafia di riferimento riportata in Figura 7-1.

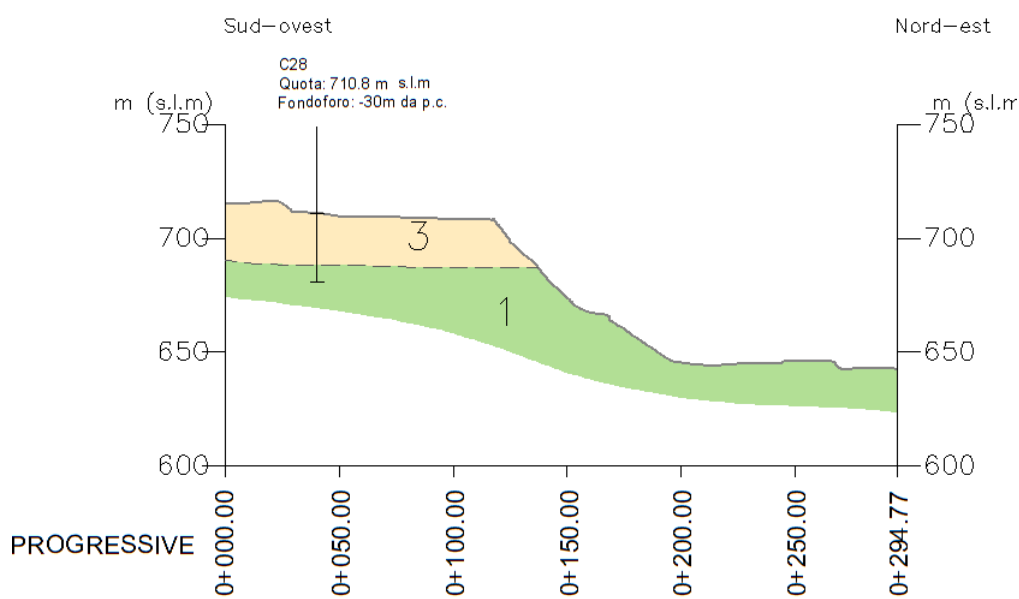


Figura 7-5 : Sezione geotecnica

7.4 PARAMETRI DI PROGETTO

Nella Tabella 7-4 sono riportate le caratteristiche geotecniche relativamente alle varie unità.

PARAMETRI GEOTECNICI

	C' [kPa]	Φ' [°]	γ' [kN/m ³]	E' [MPa]
Unità 1	0 ÷ 5	38 ÷ 40	19 ÷ 20	65 ÷ 75
Unità 3	0 ÷ 5	39 ÷ 43	19 ÷ 21	65 ÷ 75

Tabella 7-4: Parametri geotecnici caratteristici e di progetto

Unità 1: sabbie limoso-ghiaiose;

Unità 3: blocchi e ghiaie in matrice sabbiosa.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 21 di 29

7.5 FALDA

La falda per il sito di Plattner è stata oggetto di misurazioni attraverso il piezometro collocato nel foro di sondaggio. Le osservazioni coprono un periodo di tempo che va da luglio 2013 a dicembre 2017. Si riporta la tabella con la media dei risultati delle osservazioni.

ID-PROGETTO	<i>Nome</i>	<i>Media osservazioni</i>
-	-	m da p.c.
B_001345	C28	-

Tabella 7-5: Osservazioni dei livelli di falda da piezometro

La falda è pertanto considerata assente.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 22 di 29

8. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

8.1 VITA NOMINALE, COEFFICIENTE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La Vita Nominale VN di un'opera è intesa come il numero di anni in cui essa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria.

La Vita Nominale dei diversi tipi di opere è così definita dalle NTC2008:

VN ≤ 10 anni , per opere provvisorie e opere provvisionali.

VN ≥ 50 anni , per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

VN ≥ 100 anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Nel seguito, per le opere in esame, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si assumerà, in accordo alle NTC2008 una vita nominale pari a **VN = 50 anni**;

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, le costruzioni sono suddivise dalle NTC2008 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita sulla base dell'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. In particolare alla Classe d'uso II (ossia ... omissis ... Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza ... omissis ...) si ha un coefficiente d'uso CU = 1.0.

Per le opere in progetto si è dunque assunto una classe d'uso II pertanto il coefficiente d'uso è pari a: CU=1.

L'azione sismica di verifica delle opere viene definita in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di opera, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$$VR = VN \times CU$$

Per le opere in progetto risulta dunque periodo di riferimento pari a: VR = 50 x 1 = 50 anni

8.2 ACCELERAZIONE DI RIFERIMENTO SU SUOLO RIGIDO

In allegato al testo delle Norme Tecniche è presente una tabella nella quale i valori ag (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), Fo (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e Tc* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) vengono assegnati in corrispondenza di una griglia di punti distribuiti sull'intero territorio nazionale. I corrispondenti valori di pericolosità sismica situati in punti intermedi della griglia si otterranno per interpolazione sui quattro punti di griglia ad essi adiacenti.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 23 di 29

In accordo alla georeferenziazione del sito (Figura 8-1), in Figura 8-2 si riporta, per il punto di interesse, la relativa localizzazione ed uno schema della posizione del punto rispetto ai nodi della griglia dei valori di pericolosità, ottenuto attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2009).

Si è scelto come punto di riferimento per la georeferenziazione necessaria per l'inquadramento sismico, il punto medio localizzato nel deposito in studio di cui in Figura 8-1.

Il risultato dell'interpolazione per i parametri a_g , F_0 e T_c^* è riportato in Tabella 8-1.

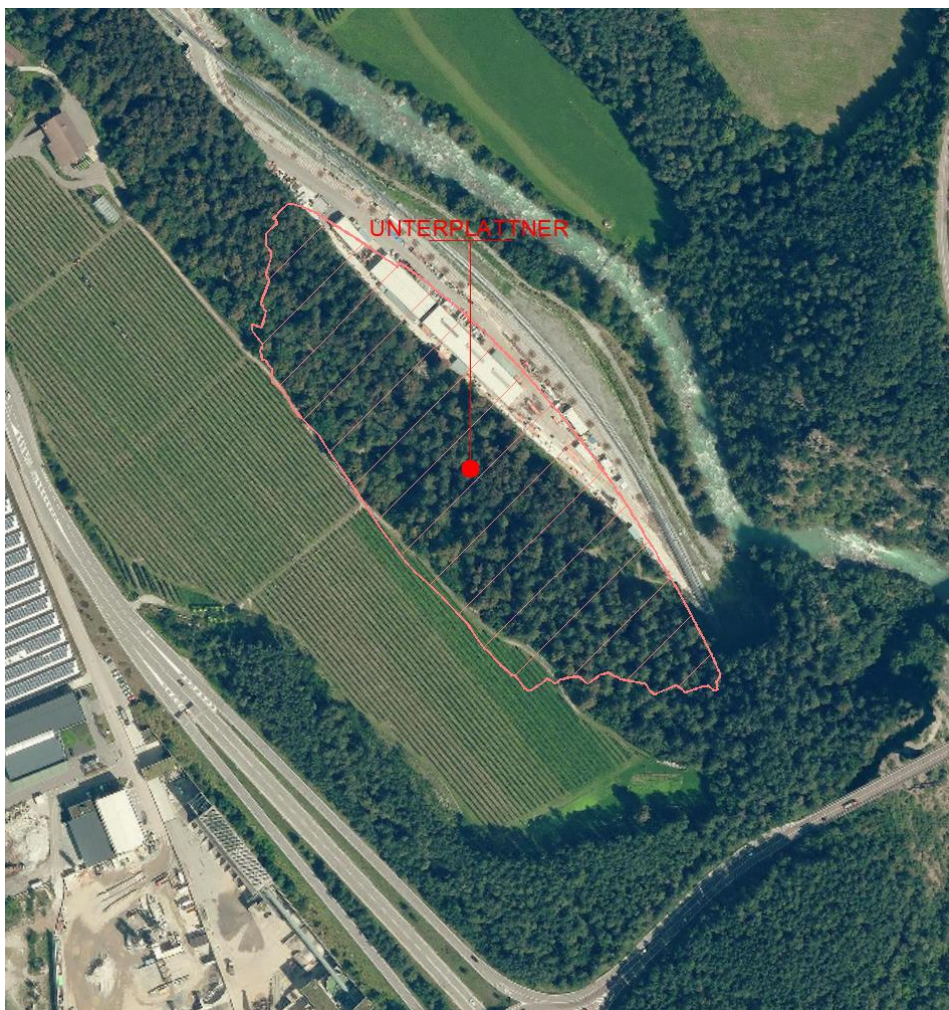


Figura 8-1 – Individuazione del sito di interesse di Unterplattner

La seguente tabella individua le coordinate del sito di interesse:

SITO	Latitudine	Longitudine
UNTERPLATTNER	46.7685	11.6425

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 24 di 29



Figura 8-2: Associazione dei punti di interesse, ai nodi della griglia di rappresentazione dei valori di pericolosità sismica secondo le tabelle allegate alle NTC2008

SL	TR(anni)	ag (g)	F0 (-)	Tc* (s)
SLO	30	0.017	2.547	0.144
SLD	50	0.021	2.474	0.185
SLV	475	0.048	2.560	0.355
SLC	975	0.059	2.690	0.387

Tabella 8-1: Valori dei parametri ag , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno TR di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSSLPP (2009))

8.3 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, l'intervento in esame ricade nella categoria T4 (cioè si colloca in corrispondenza della cresta del rilievo) ed in accordo alla Tabella 3.2.IV - par.3.2.2. delle NTC2008, il fattore di amplificazione topografica da assumere è $S_T=1.4$ (vedi **Figura 8-2**).

Per quanto riguarda l'amplificazione stratigrafica ed ai fini della definizione della categoria di sottosuolo, si è fatto riferimento al valore medio di resistenza penetrometrica dinamica N_{spt} nei primi 30 m di profondità, $N_{spt,30}$.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 25 di 29

Come riportato al paragrafo 6.1, i siti ricadono nella categoria di sottosuolo di tipo B, tuttavia si è scelto cautelativamente di adottare per dimensionamento e verifiche la categoria di sottosuolo C.

Il coefficiente di amplificazione topografica è dunque pari a $S_S=1.500$ (vedi Figura 8-2).

L'amplificazione dell'azione sismica viene determinata, secondo le NTC2008, attraverso l'impiego di un fattore di sito S , funzione sia della categoria di sottosuolo (S_S) sopra determinata, sia dell'andamento della superficie topografica (S_T):

$$S = S_S \cdot S_T.$$

Per i depositi definitivi in val Riga, (categoria di sottosuolo C e categoria topografica T4) risulta dunque $S=1.500 \times 1.400=2.100$.

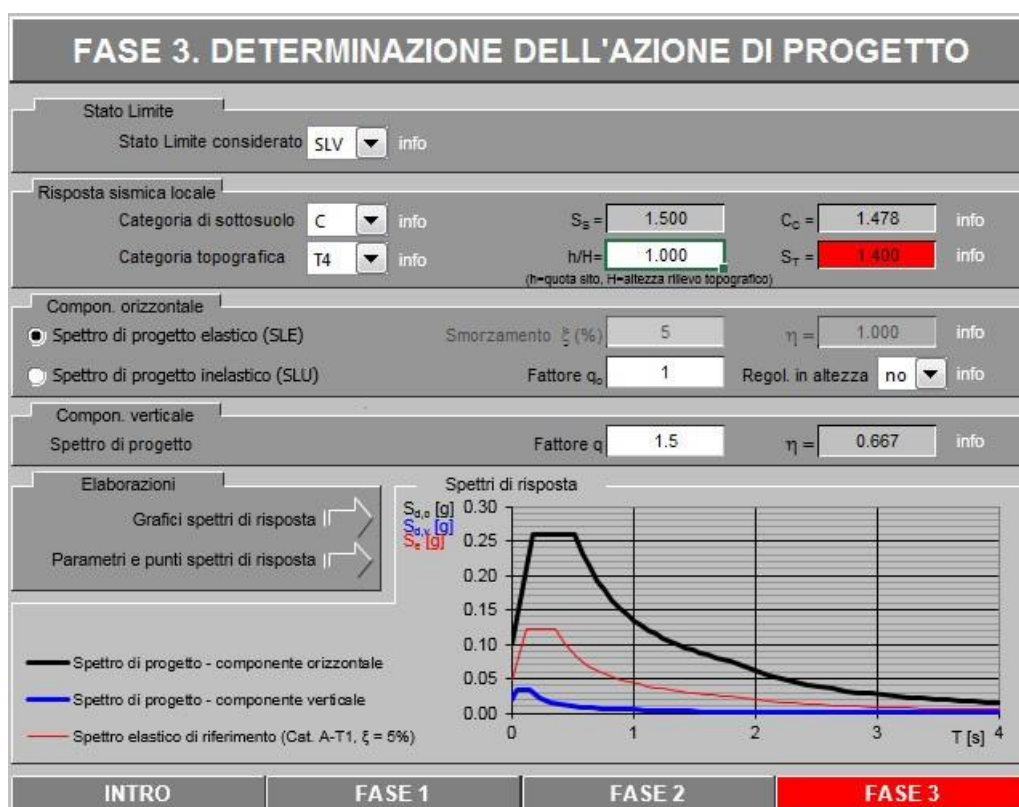


Figura 8-3: Valutazione dei coefficienti di amplificazione Topografica S_S e Topografica S_T attraverso il foglio di calcolo Spettri- NTC ver.1.0.3.xls, CSLPP (2009)

In Tabella 8-2 sono riportati i valori del fattore di sito S e dell'azione sismica di progetto a_{max} , data da $a_{max} = S a_g$ per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite.

APPALTATORE:  CONSORZIODOLOMITI	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 26 di 29

SL	TR(anni)	a _g (g)	S (-)	a _{max} (g)
SLO	30	0.017	2.1	0.035
SLD	50	0.021	2.1	0.045
SLV	475	0.048	2.1	0.102
SLC	975	0.059	2.1	0.124

Tabella 8-2: Valori dei parametri a_g, a_{max}, S(-) per i periodi di ritorno TR di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSSLPP (2009))

8.4 AZIONE SISMICA EQUIVALENTE

La verifica di stabilità globale va condotta mediante il metodo di analisi definito al Par. 7.11.3.5 delle NTC2008, inerente alla stabilità dei pendii.

Sulla base di quanto definito al Par.7.11.3.5.2 delle NTC2008, in mancanza di studi specifici, i coefficienti sismici k_h (orizzontale) e k_v (verticale) sono definiti come:

$$k_h = \beta_s a_{max}$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

essendo

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Tabella 8-3).

Per la **categoria di sottosuolo C** il coefficiente β_s da assumere è pari a 0.20 essendo il parametro a_g [g] riferito allo STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA tale che: a_g (g) < 0.1.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
0.2 < a _g (g) < 0.4	0.30	0.28
0.1 < a _g (g) < 0.2	0.27	0.24
a_g (g) < 0.1	0.20	0.20

Tabella 8-3: Coefficiente β_s

Con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita, in accordo alle espressioni di cui sopra, si ottengono i seguenti coefficienti per la verifica di stabilità globale risulta dunque:

$$k_h = \beta_s a_{max} = 0.20 \times 0.102 = + \mathbf{0.0204}$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm \mathbf{0.0102}$$

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 27 di 29

9. LIQUEFAZIONE

In base ad D.M. 14/01/2008, la verifica di liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0.1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite, con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1N} è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche statiche (CPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico a), nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel grafico b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

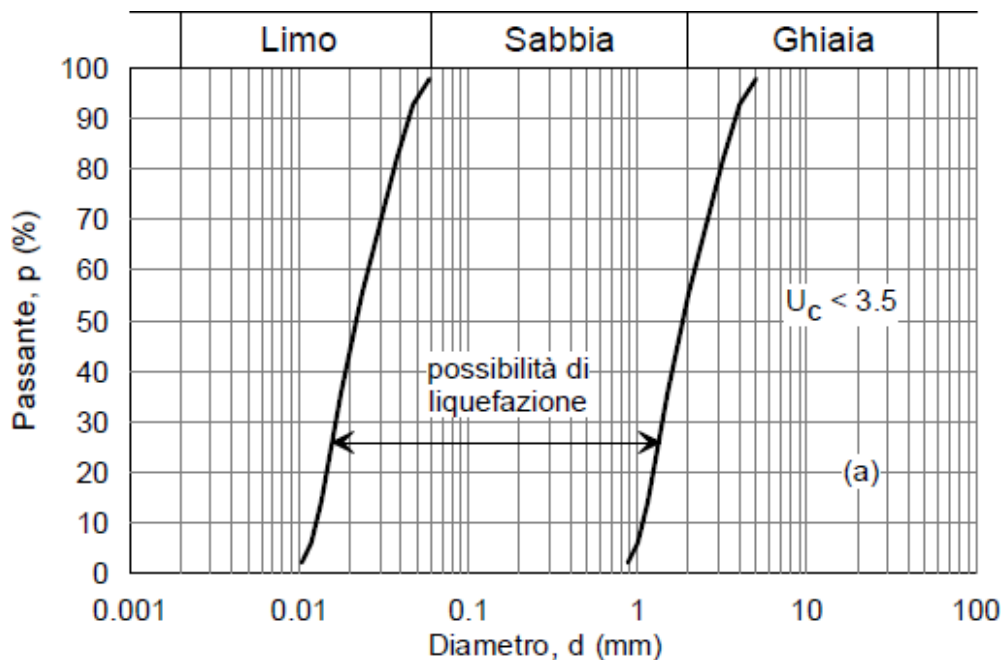


Figura 9-1: Grafico a) per terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
Depositi definitivi C- Plattner Relazione Geotecnica	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0340004	REV. B	FOGLIO. 28 di 29

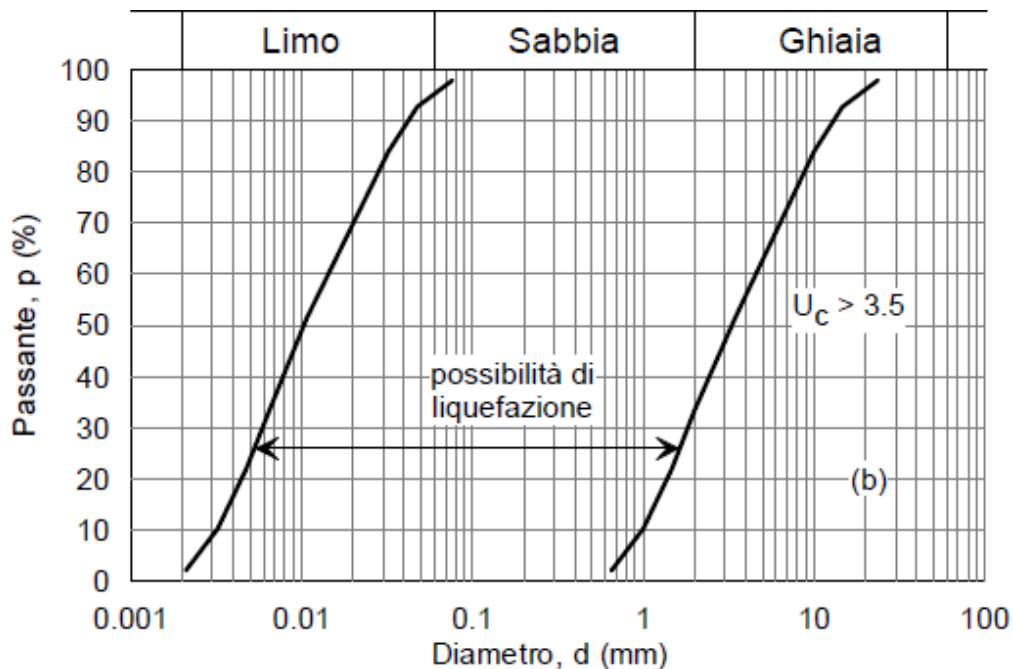


Figura 9-2: Grafico 6) per terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$

Le analisi del rischio di liquefazione possono essere omesse in quanto la falda nel sito d'interesse è considerata assente.