

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN - NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE - PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO - REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

SITES DE DÉPÔT – SITI DI DEPOSITO SITES DE DÉPÔT CÔTÉ ITALIE – SITI DI DEPOSITO LATO ITALIA DOCUMENTS GENERAUX – ELABORATI GENERALI

RAPPORT GEOTECHNIQUE ET SISMIQUE – RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	31/01/2013	Première diffusion / Prima emissione	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	5	5	0	2	A	A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	30	03	00	10	02
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-

 **Tecnimont**
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Mancarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse - BP 80631 - F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 - Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 - TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	4
1. INTRODUZIONE	5
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1 Documenti di progetto	5
2.2 Normativa	5
3. SITO DI DEPOSITO DI CAPRIE	5
3.1 Inquadramento geotecnico.....	5
3.2 Caratterizzazione sismica dei terreni per il cumulo.....	8
3.3 Verifica della stabilità del cumulo.....	11
3.4 Caratterizzazione sismica dei terreni per le opere provvisorie.....	11
4. SITO DI DEPOSITO DI TORRAZZA PIEMONTE.....	14
4.1 Inquadramento geotecnico.....	14
4.2 Metodo indiretto: combinazione Gibbs&Holtz + Schmertmann.....	17
4.3 Metodo diretto – Owasaki e Iwasaki	18
4.4 Metodo diretto – Peck-Hanson e Thornburn	18
4.5 Metodo diretto – Japanese Nariona Railway.....	18
4.6 Caratterizzazione sismica dei terreni per il cumulo.....	23
4.7 Verifica della stabilità del cumulo.....	26
4.8 Caratterizzazione sismica dei terreni per le opere provvisorie.....	26
5. BIBLIOGRAFIA	29

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Spettro di risposta elastico per il cumulo.....	10
Figura 2 – Spettro di risposta elastico per opere provvisorie.....	13
Figura 3 – Ubicazione dei sondaggi considerati per la valutazione dei risultati delle prove SPT (fonte: http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/)	17
Figura 4 – Spettro di risposta elastico per il cumulo.....	25
Figura 5 – Spettro di risposta elastico per opere provvisorie.....	28

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Parametri geometrici e di trasmissione degli sforzi.	6
Tabella 2 – Risultati della classificazione dell'ammasso roccioso	7
Tabella 3 – Risultati del metodo di Barton.....	7
Tabella 4 – Risultati verifica di stabilità	7
Tabella 5 – Giaciture delle principali famiglie di discontinuità (rilievo 2009).....	8
Tabella 6 – Probabilità di superamento nel periodo di riferimento.....	9
Tabella 7 – Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per il cumulo	10
Tabella 8 – Espressioni di Ss e Cc	11
Tabella 9 – Valori di progetto dei parametri Ss, Cc e St.....	11

Tabella 10 – Probabilità di superamento nel periodo di riferimento.....	12
Tabella 11 – Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per opere provvisorie.....	13
Tabella 12 – Espressioni di Ss e Cc	14
Tabella 13 – Valori di progetto dei parametri Ss, Cc e St.....	14
Tabella 14 – Risultati delle prove STP realizzate a diverse profondità per i sondaggi considerati per la caratterizzazione geotecnica dei terreni.	16
Tabella 15 – Valori delle prove SPT per i sondaggi considerati nella caratterizzazione geotecnica dei terreni; valori dell'angolo di attrito ϕ ottenuti a seguito dell'applicazione delle differenti metodologie illustrate nel testo.	22
Tabella 16 – Probabilità di superamento nel periodo di riferimento.....	23
Tabella 17 – Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per il cumulo	24
Tabella 18 – Espressioni di Ss e Cc	26
Tabella 19 – Valori di progetto dei parametri Ss, Cc e St.....	26
Tabella 20 – Probabilità di superamento nel periodo di riferimento.....	27
Tabella 21 – Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per opere provvisorie.....	28
Tabella 22 – Espressioni di Ss e Cc	29
Tabella 23 – Valori di progetto dei parametri Ss, Cc e St.....	29

RESUME/RIASSUNTO

Le présent rapport décrit les éléments géotechniques et sismiques des zones concernées par les sites dépôt de Caprie et de Torrazza Piemonte.

Le site de Caprie est principalement caractérisé par la présence de formations rocheuses (serpentinites) tandis que le site de Torrazza Piemonte est caractérisé par des formations de type alluvionnaires.

Les paramètres sismiques du site ont été déterminés en accord avec les NTC 2008 dont le DM 14.1.2008.

La presente relazione descrive gli aspetti geotecnici e sismici delle aree interessate dai siti di deposito di Caprie e di Torrazza Piemonte.

Il sito di Caprie è principalmente caratterizzato da formazioni rocciose (serpentiniti) mentre il sito di Torrazza Piemonte è caratterizzato da formazioni alluvionali.

I parametri sismici dell'area sono stati definiti in accordo alle NTC 2008 di cui al DM 14.1.2008.

1. Introduzione

Il sito di deposito di Caprie interessa un'area soggetta ad attività estrattiva ubicata in località "Truc Le Mura", nel settore occidentale del territorio comunale di Caprie, ad una distanza di circa 500 m dal nucleo abitato principale del comune suddetto, in prossimità del confine con il limitrofo Comune di Condove (TO).

Il sito di deposito di Torrazza Piemonte interessa un'area ubicata nel settore settentrionale del territorio del Comune di Torrazza Piemonte (TO) e, in minima parte, nel limitrofo territorio comunale di Rondissone (TO).

L'obiettivo di questa nota è di presentare il contesto geotecnico generale preso in considerazione nel progetto ed i parametri sismici.

2. Documenti di riferimento

2.1 Documenti di progetto

Il documento di riferimento principale è la relazione illustrativa PD2-C3A-TSE3-5501, a cui si rimanda inoltre per tutti gli elaborati ad essa connessi.

Le relazioni geologiche sono PD2-C3B-TSE3-0045 per Caprie e PD2-C3B-TSE3-0046 per Torrazza Piemonte.

2.2 Normativa

Il quadro normativo di riferimento è trattato all'interno del documento PD2-C3A-TSE3-1113 "Soumission 44 - Normes Techniques - Cadre réglementaire".

3. Sito di deposito di Caprie

3.1 Inquadramento geotecnico

Sulla base degli studi effettuati presso la cava in occasione della redazione del progetto delle varie fasi di coltivazione (Magnetti & Rossello, 2006), sono stati individuati i principali valori di resistenza meccanica caratteristici della roccia in posto.

Le prove condotte per conto della proprietà sul materiale coltivato hanno permesso di definire per le serpentiniti un valore della massa volumica di 2,93 t/m³.

Nel corso delle diverse fasi di coltivazione della cava, sono state effettuate diverse analisi geostrutturali degli ammassi rocciosi e verifiche di stabilità dei cunei in roccia e del materiale di copertura: si riportano in seguito i risultati relativi a tali analisi.

Nel 2006 (Magnetti & Rossello, 2006) sono state eseguite cinque stazioni geostrutturali sui gradoni (dal settimo al terzo) posti a quote comprese tra 456 e 412 m, per ognuna delle quali è stato effettuato uno stendimento di lunghezza variabile tra 13 e 15 m. I cinque stendimenti sono denominati dall'alto verso il basso: ST1, ST2, ST3, ST4, ST5.

Il riconoscimento delle principali famiglie di discontinuità è stato effettuato attraverso un'analisi statistica delle giaciture misurate, proiettate sul reticolo di Schmidt (emisfero

inferiore) sotto forma di poli. Per ogni singola famiglia di discontinuità riconosciuta sono stati misurati i parametri fondamentali per poter classificare l'ammasso roccioso nel suo insieme, calcolando il valore RMR di Bieniawski. Sono stati inoltre definiti quei parametri di ogni singola discontinuità che permettono di attribuirne i valori di resistenza al taglio usando il metodo di Barton. Successivamente, utilizzando i valori di angolo di attrito ricavati, sono stati effettuati diversi test di Markland.

Le giaciture medie delle principali famiglie di discontinuità sono:

- K1: 90°-110°/65°-75°
- K2: 200°-270°/50°-70° (suddivisa in due sottofamiglie)
- K3: 320°-350°/55°-65°
- K4: 20°/60°
- K5: 60°/70°

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dei principali parametri geometrici e di trasmissione degli sforzi attribuibili ad ogni singola famiglia riconosciuta.

FAMIGLIE	ORIENTAZIONE	APERTURA (mm)	SPAZIATURA (m)	PERSISTENZA (m)	SCABREZZA	RIEMPIMENTO
K1	100°/70°	0.5-25.0	1.0-5.0	3.0-10.0	Media Jrc 7-10	Patine biancastre o riempimento roccioso sfatto se molto aperte
K2	270°/60°-70°	0.5-2.0	1.0-2.0	0.5-2.0	Medio-alta Jrc 10	Assente o patina biancastra
K2'	220°/35°-45°	0.5-2.0	0.5-2.0	0.5-2.0	Medio-alta Jrc 10	Assente o patina biancastra
K3	320°-350°/55°-65°	0.5-2.0	1.0-4.0	2.0-6.0	Medio-alta Jrc 10	Riempimento roccioso sfatto se molto aperte
K4	20°/60°	<0.5	>2.5	1.0-2.0	Media	Assente o patina biancastra
K5	60°/70°	<0.5	>2.5	0.5-2.0	Media	Assente o patina biancastra

Tabella 1 – Parametri geometrici e di trasmissione degli sforzi.

I metodi utilizzati per la classificazione dell'ammasso roccioso richiedono la conoscenza di alcuni parametri geomeccanici; sono stati utilizzati i seguenti valori:

- resistenza stimata alla compressione uniassiale della roccia intatta: **155 MPa**;
- resistenza media alla compressione, misurata sulle pareti delle discontinuità appartenenti alla K1: **JCS = 120**;
- coefficiente di rugosità medio : **JRC = 8**.

Per la classificazione dell'ammasso roccioso si sono utilizzati l'RMR System (Bieniawski 1989) e l'indice di resistenza al taglio di Barton.

I risultati ottenuti vengono riportati nella seguente tabella:

PARAMETRI	BASE	CORRETTO
RMR	70,9	20,9
CLASSE	II	IV
DESCRIZIONE	Buono	Scadente
φ°	40,5	15,5
Q index	19,86	0,07
RSR index	63,7	31.6

Tabella 2 – Risultati della classificazione dell'ammasso roccioso

Per quantificare la resistenza al taglio sulle singole superfici di discontinuità è stato applicato il metodo di classificazione geomeccanica di Barton, che ha generato i seguenti valori di resistenza al taglio e di angolo di attrito:

PARAMETRI BARTON	K1	K2, K3, K4, K5
φ°	38°	70°
τ (kPa)	81,17	285,67

Tabella 3 – Risultati del metodo di Barton

Sono stati effettuati tre test di Markland riferiti alla tre orientazioni principali che avrebbero assunto i gradoni allo stato finale di coltivazione:

- A: orientazione N 58° E;
- B: orientazione N 105° E;
- C: orientazione N 165° S.

Sulla base degli stereogrammi su cui si sono effettuati i Test di Markland è stata valutata la stabilità dei tetraedri in roccia: i fattori di sicurezza, i valori angolari tra le discontinuità (angoli d, e), l'angolo di attrito di picco (φ_p) ed il relativo valore di K (fattore correttivo) vengono riportati nella tabella seguente.

FAMIGLIE CHE ISOLANO IL TETRAEDRO	ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO φ	ANGOLO e	ANGOLO d	FATTORE K	Fc
K1-K5	70°	40°	67°	2.7	3.13
K1-K4	70°	50°	56°	1.9	3.51

Tabella 4 – Risultati verifica di stabilità

I risultati si riferiscono all'utilizzo dell'angolo di attrito pari a 70°, ricavato col metodo di Barton e risultano in ogni caso superiori al valore minimo di 1,3 fissato dal D.M. 11/03/1998.

Ad integrazione della documentazione presentata a corredo del progetto di coltivazione nell'anno 2006, è stato effettuato un nuovo rilievo geostrutturale sulla parte sommitale del versante di cava, nel 2009 (Savasta, 2009).

Sono stati effettuati quattro nuovi stendimenti di lunghezza variabile tra 20 e 30 m, a quote comprese tra 481 e 514 m s.l.m.: ST1, ST2, ST3, ST4.

I risultati relativi a tale nuovo rilievo, riportati nella seguente tabella, mostrano come le giaciture medie dei principali sistemi di discontinuità siano confrontabili a quelle osservate in occasione del primo rilievo (Tabella 1).

FAMIGLIE	ORIENTAZIONE
K1	140°/75°
K2	240°/72°
K2'	190°/35°
K3	340°/80°
K3'	325°/40°
K4	40°/60°
K5*	190°/85°

Tabella 5 – Giaciture delle principali famiglie di discontinuità (rilievo 2009)

Attraverso il criterio di Barton è stata valutata la resistenza al taglio delle discontinuità, il cui angolo di attrito di picco risulta essere pari a $\phi_p=47^\circ$.

In base ai dati di terreno raccolti nel corso del rilevamento del 2012 è stato possibile osservare come le attività di cava interessino i settori più elevati della cava. Il progetto di ampliamento, messa in sicurezza e recupero ambientale della cava, prevede, in particolare per i gradoni posti alla sommità del fronte di coltivazione, significativi interventi di riprofilatura.

Ai fini della messa in sicurezza del sito in relazione all'attività di realizzazione degli interventi oggetto del presente elaborato, si prescrive un nuovo rilievo geo-strutturale da condurre al termine delle attività di coltivazione. Tale attività dovrà portare all'identificazione sul terreno di tutti i possibili diedri instabili per i quali provvedere al disaggio. Inoltre dovrà essere aggiornato il quadro definito con i test di Markland eseguiti in precedenza, in modo da fornire un quadro aggiornato alla morfologia definitiva dei possibili cinematismi in roccia. Le verifiche di stabilità dei diedri dovranno essere condotte in base a quanto previsto dalle Norme Tecniche di Costruzione del D.M. 14 gennaio 2008.

3.2 Caratterizzazione sismica dei terreni per il cumulo

Il carico indotto dall'azione sismica è stato applicato secondo le indicazioni contenute nel DM2008. In particolare, la normativa consente di valutare l'azione sismica in funzione della posizione geografica dell'opera. Partendo dall'ubicazione dell'opera è possibile definire, per il sito di interesse, le accelerazioni orizzontali di progetto. Nota l'accelerazione sismica a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, bisogna fissare la vita nominale V_N dell'opera in esame.

I parametri sismici da utilizzare sono stati definiti in accordo alle NTC 2008 di cui al DM 14.1.2008:

- $V_n = 50$ anni vita nominale della struttura
- $C_u = 1.0$ classe d'uso della struttura (II)
- $V_R = V_n * C_u = 50$ anni periodo di riferimento dell'opera

Nella tabella seguente è definita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} in ciascuno degli stati limite.

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 6– Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Le analisi sismiche condotte fanno riferimento allo SLO (Stato Limite di Operatività), SLD (Stato Limite di Danno), SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e allo SLC (Stato Limite di prevenzione del Collasso) per i quali i periodi di ritorno T_R sono ottenuti con la relazione seguente:

$$T_R = \frac{-V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Ne risultano i valori seguenti di T_R :

- Allo SLO $T_R = 30$ anni
- Allo SLD $T_R = 50$ anni
- Allo SLV $T_R = 475$ anni
- Allo SLC $T_R = 975$ anni

Mediante l'utilizzo del foglio di calcolo *Spettri-NTCver.1.0.3.xls* fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e sulla base del D.M. 14 gennaio 2008 sono stati individuati i parametri sismici.

I valori dell'accelerazione massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a_g , il valore massimo del fattore di amplificazione F_0 ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante T_c^* dello spettro in accelerazione orizzontale sono determinati nella tabella seguente sulla base della localizzazione geografica del cumulo. Si fornisce inoltre lo spettro di risposta elastico per i diversi stati limite.

Coordinate UTM ED50: Long 7.331 ; Lat 45.121

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.035	2.466	0.202
SLD	50	0.045	2.466	0.217
SLV	475	0.118	2.461	0.261
SLC	975	0.150	2.486	0.268

Tabella 7– Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per il cumulo

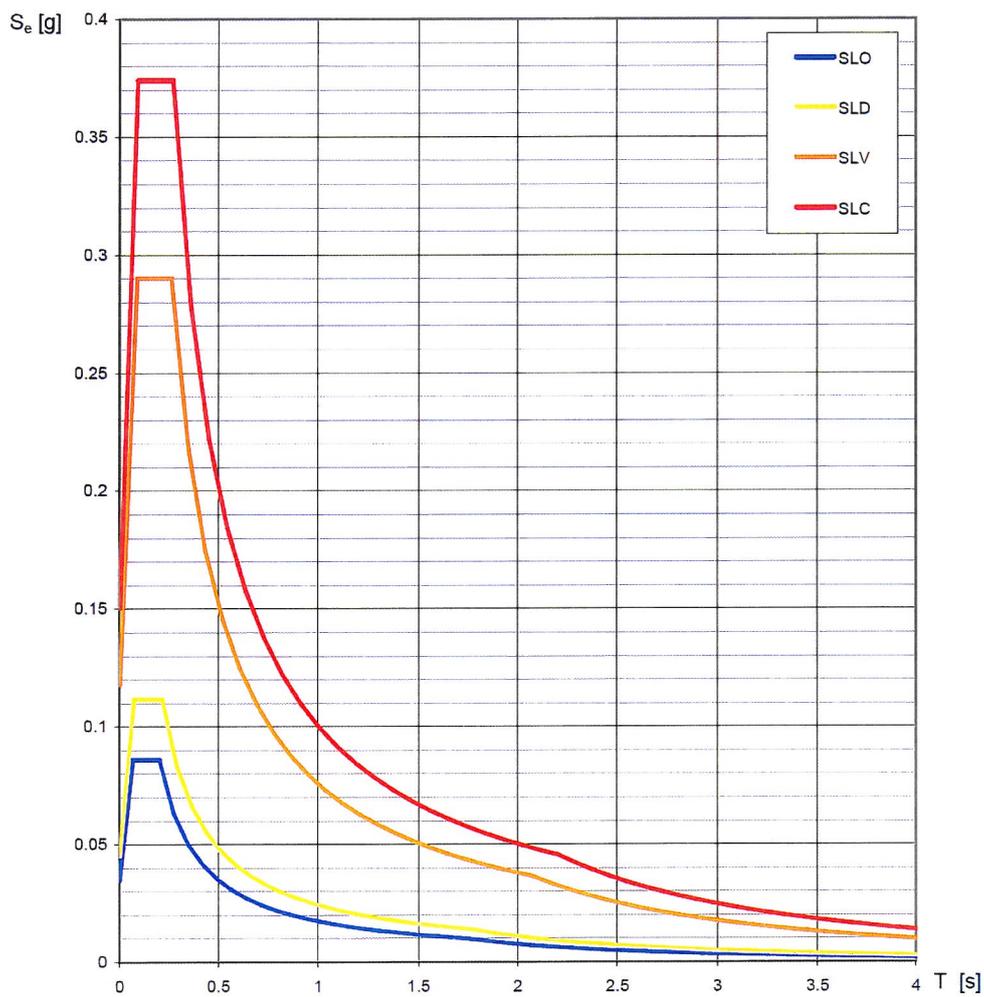


Figura 1 – Spettro di risposta elastico per il cumulo

Il sottosuolo è di categoria E al senso delle NTC 2008. Le formazioni incontrate non sono suscettibili di liquefazione.

La tabella seguente permette la determinazione dei valori del coefficiente stratigrafico S_s e del coefficiente C_c per ogni classe di suolo.

Categoria sottosuolo	S _s	C _c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 8– Espressioni di S_s e C_c

Le condizioni topografiche che permettono il calcolo del coefficiente topografico St sono di categoria T2 con inclinazione media superiore a 15°.

Stato limite	S _s	C _c	ST
SLO	1.60	2.18	1.2
SLD	1.60	2.12	1.2
SLV	1.60	1.97	1.2
SLC	1.59	1.95	1.2

Tabella 9– Valori di progetto dei parametri S_s, C_c e St

3.3 Verifica della stabilità del cumulo

Per la verifica della stabilità del cumulo, si veda la relazione PD2-C3B-TSE3-0045.

3.4 Caratterizzazione sismica dei terreni per le opere provvisorie

Il carico indotto dall'azione sismica è stato applicato secondo le indicazioni contenute nel DM2008. In particolare, la normativa consente di valutare l'azione sismica in funzione della posizione geografica dell'opera. Partendo dall'ubicazione dell'opera è possibile definire, per il sito di interesse, le accelerazioni orizzontali di progetto. Nota l'accelerazione sismica a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, bisogna fissare la vita nominale VN dell'opera in esame.

Per le opere provvisorie, con durata superiore a 2 anni, la normativa prevede di considerare l'effetto del sisma. I parametri sismici da utilizzare sono stati definiti in accordo alle NTC 2008 di cui al DM 14.1.2008:

- $V_n = 10$ anni vita nominale della struttura (opere provvisorie)
- $C_u = 1.0$ classe d'uso della struttura (II)

- $V_R = V_n * C_u \geq 35$ anni periodo di riferimento dell'opera

Nella tabella seguente è definita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} in ciascuno degli stati limite.

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 10– Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Le analisi sismiche condotte fanno riferimento allo SLO (Stato Limite di Operatività), SLD (Stato Limite di Danno), SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e allo SLC (Stato Limite di prevenzione del Collasso) per i quali i periodi di ritorno T_R sono ottenuti con la relazione seguente:

$$T_R = \frac{-V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Ne risultano i valori seguenti di T_R :

- Allo SLO $T_R = 30$ anni
- Allo SLD $T_R = 35$ anni
- Allo SLV $T_R = 332$ anni
- Allo SLC $T_R = 682$ anni

Mediante l'utilizzo del foglio di calcolo *Spettri-NTCver.1.0.3.xls* fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e sulla base del D.M. 14 gennaio 2008 sono stati individuati i parametri sismici.

I valori dell'accelerazione massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a_g , il valore massimo del fattore di amplificazione F_0 ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante T_c^* dello spettro in accelerazione orizzontale sono determinati nella tabella seguente sulla base della localizzazione geografica delle opere provvisionali. Si fornisce inoltre lo spettro di risposta elastico per i diversi stati limite.

Coordinate UTM ED50: Long 7.331 ; Lat 45.121

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.035	2.466	0.202
SLD	35	0.038	2.466	0.207
SLV	332	0.103	2.461	0.256
SLC	682	0.133	2.474	0.265

Tabella 11 – Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per opere provvisorie

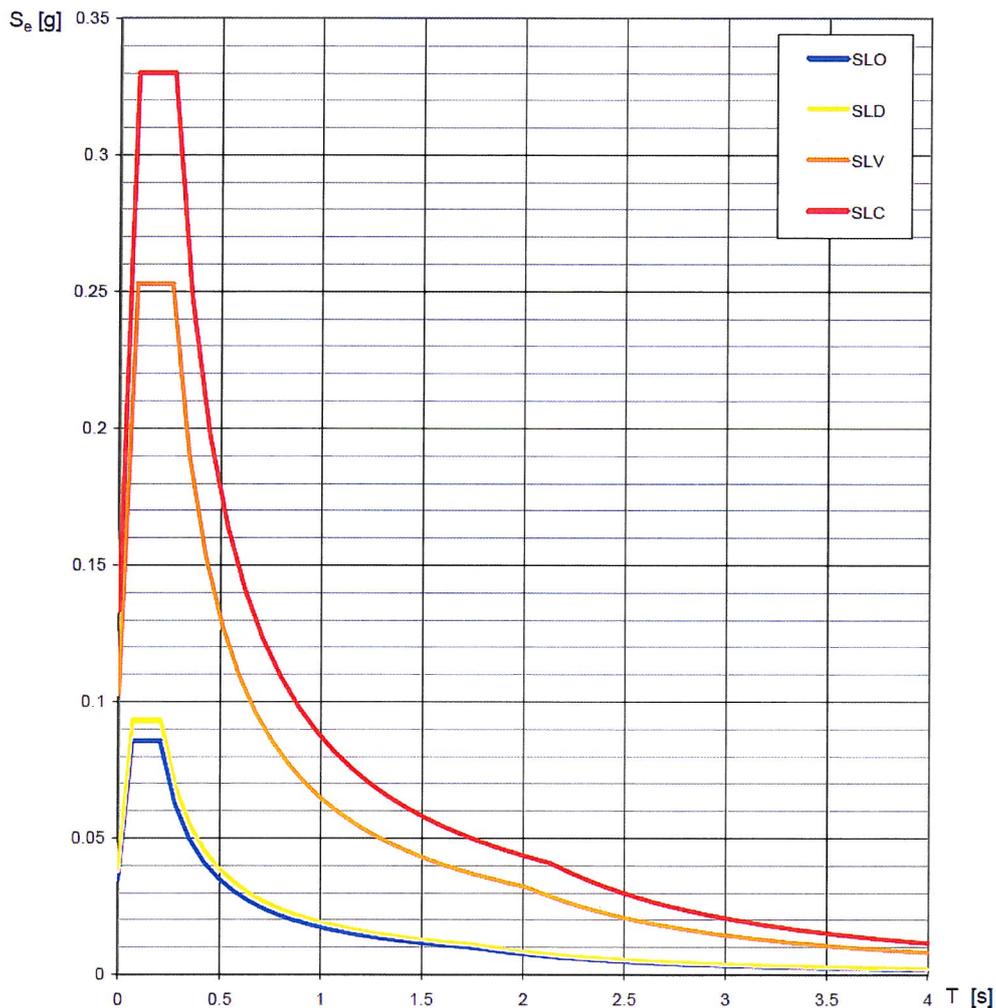


Figura 2 – Spettro di risposta elastico per opere provvisorie

Il sottosuolo è di categoria E al senso delle NTC 2008. Le formazioni incontrate non sono suscettibili di liquefazione.

La tabella seguente permette la determinazione dei valori del coefficiente stratigrafico S_s e del coefficiente C_c per ogni classe di suolo.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 12– Espressioni di S_s e C_c

Le condizioni topografiche che permettono il calcolo del coefficiente topografico S_t sono di categoria T2 con inclinazione media superiore a 15°.

Stato limite	S_s	C_c	S_t
SLO	1.60	2.18	1.2
SLD	1.60	2.16	1.2
SLV	1.60	1.98	1.2
SLC	1.60	1.96	1.2

Tabella 13– Valori di progetto dei parametri S_s , C_c e S_t

4. Sito di deposito di Torrazza Piemonte

4.1 Inquadramento geotecnico

Al fine di procedere alla caratterizzazione geotecnica delle formazioni alluvionali si fa riferimento ai risultati delle indagini condotte per progetti in aree limitrofe a quella di studio.

L'esame delle informazioni disponibili presso la Banca Dati Geotecnica dell'ARPA Piemonte ha permesso di individuare alcuni dati di prove SPT condotte nel corso dell'esecuzione di sondaggi in settori limitrofi all'area di cava Figura 3.

I dati delle prove sono riportati in Tabella 14.

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
107245	3.00	16	21	30	51
107245	4.50	15	18	43	61
107245	7.50	17	33	40	73

Rapport géotechnique et sismique / Relazione geotecnica e sismica

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
107245	9.00	18	36	33	69
107245	10.50	16	21	30	51
107245	12.00	20	26	29	55
107245	15.00	5	7	11	18
107245	18.00	16	22	38	60
107246	3.00	10	13	15	28
107246	12.00	18	19	23	42
107246	15.00	18	21	27	48
107246	18.00	21	22	19	41
107246	21.00	16	21	28	49
107246	24.00	15	22	27	49
107244	1.50	7	9	11	20
107244	3.00	10	11	13	24
107244	4.50	12	10	12	22
107244	6.00	21	31	30	61
107244	9.00	13	18	24	42
107244	12.00	15	21	26	47
107244	15.00	13	18	21	39
107244	18.00	16	21	29	50
107244	21.00	30	36	25	61
107244	24.00	7	15	11	26
107244	25.50	11	16	10	26
107244	27.00	7	15	21	36
1317	3.00	5	10	12	22
1317	5.00	12	18	36	54
1317	7.00	24	25	35	60
1317	11.00	13	21	26	47
1317	13.00	21	27	36	53
1317	17.00	15	15	21	36
1317	19.00	20	21	26	47
1318	5.00	4	3	6	9
1318	7.00	18	24	24	48
1318	9.00	16	26	30	56
1318	11.00	14	22	23	45
1318	13.00	20	38	28	66
1318	15.00	19	32	21	53
1318	19.00	21	24	25	49
1318	21.00	19	20	39	59
1315	3.00	5	12	26	38
1315	5.00	7	16	23	39
1315	7.00	20	34	39	73

Rapport géotechnique et sismique / Relazione geotecnica e sismica

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
1315	11.00	13	14	14	28
1315	13.00	17	29	24	53
1315	17.00	2	3	3	6
1315	19.00	16	19	22	41
270	5.00	12	13	13	26
270	7.00	15	9	15	24
270	10.00	10	12	15	27
104370	4.00	30	33	31	64
104370	8.50	15	19	37	56
104370	11.00	11	19	37	54
104371	11.50	8	21	27	48
104372	12.00	40	35	45	80
104373	4.50	10	24	47	71
104373	6.00	10	30	37	67
104373	9.00	19	25	47	72

Tabella 14 – Risultati delle prove STP realizzate a diverse profondità per i sondaggi considerati per la caratterizzazione geotecnica dei terreni.

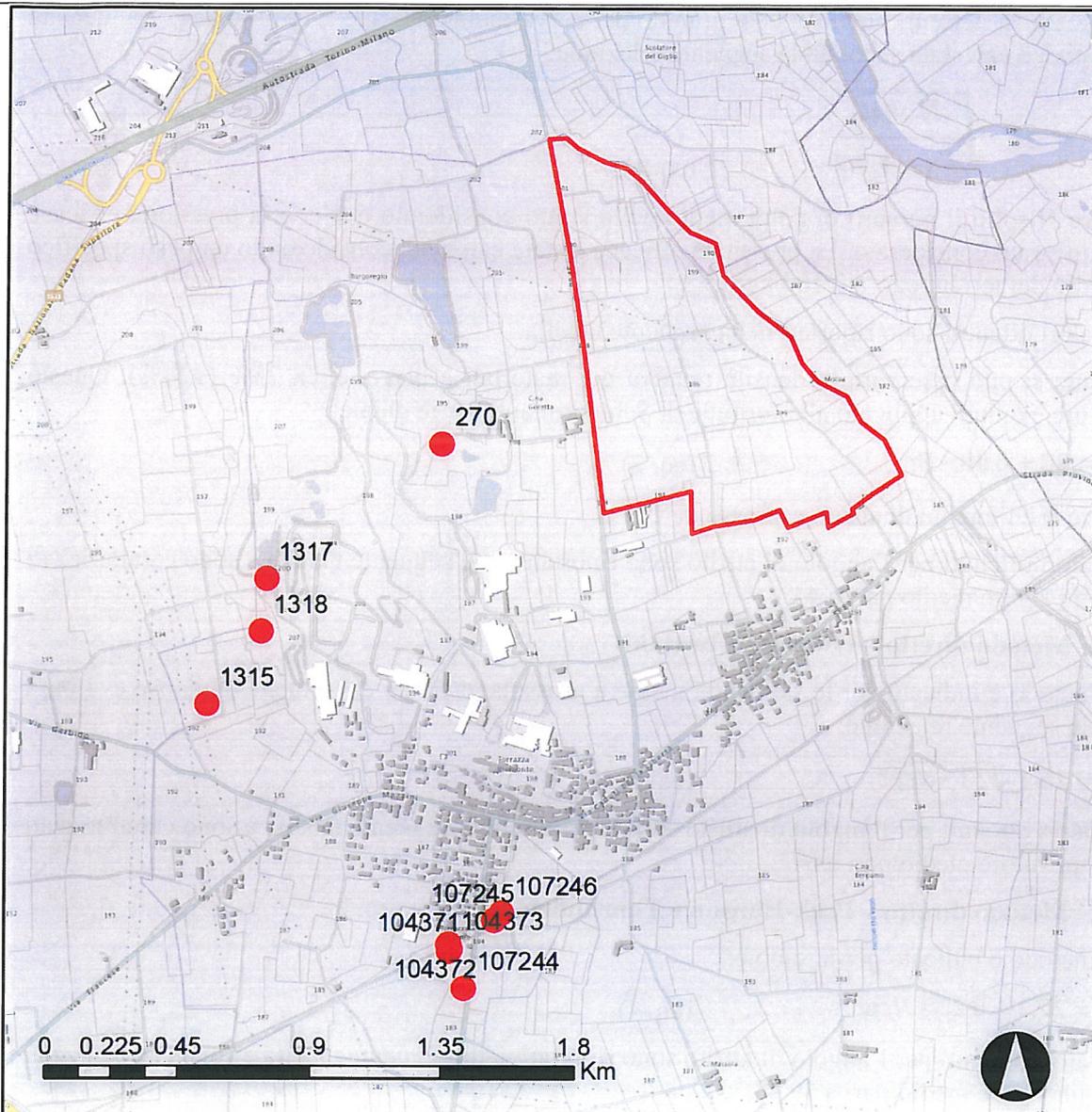


Figura 3 – Ubicazione dei sondaggi considerati per la valutazione dei risultati delle prove SPT (fonte: <http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/>)

Sulla base dei dati delle prove SPT sono stati ricavati i valori caratteristici del terreno. Per ridurre il grado di incertezza dei parametri sono stati confrontati i risultati ottenuti mediante l'applicazione di differenti metodi (Certaro, 2007):

- 1) Gibbs & Holtz (densità relativa) in combinazione con il metodo di Schmertmann;
- 2) Metodo diretto – Owasaki e Iwasaki;
- 3) Metodo diretto – Peck-Hanson e Thornburn;
- 4) Metodo diretto Japanese Nariona Railway.

4.2 Metodo indiretto: combinazione Gibbs&Holtz + Schmertmann

L'applicazione di questo approccio richiede in prima analisi il calcolo della densità relativa D_r dei terreni in funzione della profondità degli strati e del valore N_{spt} . La metodologia è

indicata in terreni sabbiosi con granulometria variabile da fine a grossolane. La densità relativa è calcolata secondo la seguente relazione:

$$Dr = 21 \cdot \sqrt{\frac{N'spt}{\sigma'_{vo} + 0,7}} \quad (\text{eq. 1})$$

dove $N'spt$ è il numero di colpi medio nello strato considerato e σ'_{vo} è la pressione efficace nello strato considerato. La pressione efficace è stata calcolata considerando un peso specifico medio dei terreni pari a 2.100 kg/m^3 .

I valori ottenuti sono riportati nella seguente tabella.

Come si può osservare la densità relativa dei materiali è pari a circa 75% ($\pm 24\%$). Questo valore è quindi applicato alla formula di Schmertmann per le ghiaie:

$$\varphi = 38 + 0,08 \cdot Dr \quad (\text{eq. 2})$$

dove φ è l'angolo di attrito espresso in $^\circ$.

I valori ottenuti per l'angolo di attrito sono riportati nella seguente tabella e sono caratterizzati da un valore medio pari a 44° .

4.3 Metodo diretto – Owasaki e Iwasaki

Il metodo è indicato per le sabbie da medie a grossolane sino a debolmente ghiaiose e si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi = 15 + \sqrt{20 \cdot N'spt} \quad (\text{eq. 3})$$

I valori ottenuti per l'angolo di attrito sono riportati nella seguente tabella e sono caratterizzati da un valore medio pari a 37° .

4.4 Metodo diretto – Peck-Hanson e Thornburn

Il metodo è indicato per le sabbie:

$$\varphi = 27,2 + 0,28 \cdot N'spt \quad (\text{eq. 4})$$

I valori ottenuti per l'angolo di attrito sono riportati nella seguente tabella e sono caratterizzati da un valore medio pari a $39,5^\circ$.

4.5 Metodo diretto – Japanese Nariona Railway

Il metodo è indicato per sabbie medio-grossolane fino a ghiaiose con profondità minime $>2\text{m}$ dal p.c.:

$$\varphi = 20 + 0,3 \cdot N'spt \quad (\text{eq. 5})$$

I valori ottenuti per l'angolo di attrito sono riportati nella seguente tabella e sono caratterizzati da un valore medio pari a 33° .

Rapport géotechnique et sismique / Relazione geotecnica e sismica

Codice	Profondità (m)	Nspt	Falda (m dal pc)	σ'_{vo} (kPa)	N'spt	Dr (%) (Gibbs & Holtz, 1957)	Φ (Owasaki & Iwasaki)	Φ (Peck-Hanson & Thornburn)	Φ (Japanese National Railway)	Φ (Schmertmann)
107245	3	51	6	63	51		39.66	41.48	35.30	
107245	4.5	61	6	94.5	61		42.25	44.28	38.3	
107245	6	rifiuto	6							
107245	7.5	73	6	157.5	44	95.56	45.09	47.64	41.9	45.64
107245	9	69	6	189	42	89.93	44.17	46.52	40.7	45.19
107245	10.5	51	6	220.5	33	76.99	39.66	41.48	35.3	44.16
107245	12	55	6	252	35	76.75	40.72	42.60	36.5	44.14
107245	15	18	6	315	16.5	49.66	28.43	32.24	25.4	41.97
107245	18	60	6	378	37.5	71.01	42.00	44.00	38	43.68
107246	3	28	5	63	28	96.35	32.49	35.04	28.4	45.71
107246	6	rifiuto	5							
107246	9	rifiuto	5							
107246	12	42	5	252	28.5	70.62	37.10	38.96	32.6	43.65
107246	15	48	5	315	31.5	69.82	38.83	40.64	34.4	43.59
107246	18	41	5	378	28	62.31	36.80	38.68	32.3	42.99
107246	21	49	5	441	32	63.41	39.11	40.92	34.7	43.07
107246	24	49	5	504	32	60.62	39.11	40.92	34.7	42.85
107244	1.5	20	7	31.5	20	93.22	29.32	32.80	26	45.46
107244	3	24	7	63	24	89.21	30.97	33.92	27.2	45.14
107244	4.5	22	7	94.5	22	76.80	30.17	33.36	26.6	44.14
107244	6	61	7	126	61		42.25	44.28	38.3	
107244	7.5	rifiuto	7							
107244	9	42	7	189	28.5	72.52	37.10	38.96	32.6	43.80
107244	10.5	rifiuto	7							
107244	12	47	7	252	31	70.90	38.55	40.36	34.1	43.67
107244	15	39	7	315	27	62.48	36.19	38.12	31.7	43.00

Rapport géotechnique et sismique / Relazione geotecnica e sismica

Codice	Profondità (m)	Nspt	Falda (m dal pc)	σ'_{vo} (kPa)	N' spt	Dr (%) (Gibbs & Holtz, 1957)	ϕ (Owasky & Iwasaki)	ϕ (Peck-Hanson & Thornburn)	ϕ (Japanese National Railway)	ϕ (Schmertmann)
107244	18	50	7	378	32.5	65.12	39.39	41.20	35	43.21
107244	21	61	7	441	38	67.21	42.25	44.28	38.3	43.38
107244	24	26	7	504	20.5	47.30	31.75	34.48	27.8	41.78
1317	3	22	20	63	22	85.41	30.17	33.36	26.6	44.83
1317	5	54	20	105	54		40.46	42.32	36.2	
1317	7	60	20	147	60		42.00	44.00	38	
1317	9	rifiuto	20							
1317	11	47	20	231	47	82.98	38.55	40.36	34.1	44.64
1317	13	53	20	273	53	82.55	40.20	42.04	35.9	44.60
1317	15	rifiuto	20							
1317	17	36	20	357	36	60.98	35.24	37.28	30.8	42.88
1317	19	47	20	399	47	66.48	38.55	40.36	34.1	43.32
1318	5	9	23	105	9	47.62	23.62	29.72	22.7	41.81
1318	7	48	23	147	48	98.77	38.83	40.64	34.4	45.90
1318	9	56	23	189	56	97.65	40.98	42.88	36.8	45.81
1318	11	45	23	231	45	81.20	37.98	39.80	33.5	44.50
1318	13	66	23	273	66	92.12	43.46	45.68	39.8	45.37
1318	15	53	23	315	53	77.92	40.20	42.04	35.9	44.23
1318	17	rifiuto	23							
1318	19	49	23	399	49	67.88	39.11	40.92	34.7	43.43
1318	21	59	23	441	59	71.36	41.75	43.72	37.7	43.71
1315	3	38	20	63	38		35.87	37.84	31.4	
1315	5	39	20	105	39	99.14	36.19	38.12	31.7	45.93
1315	7	73	20	147	73		45.09	47.64	41.9	
1315	9	rifiuto	20							
1315	11	28	20	231	28	64.05	32.49	35.04	28.4	43.12

Rapport géotechnique et sismique / Relazione geotecnica e sismica

Codice	Profondità (m)	Nspt	Falda (m dal pc)	σ'_{vo} (kPa)	N'spt	Dr (%) (Gibbs & Holtz, 1957)	Φ (Owasaki & Iwasaki)	Φ (Peck-Hanson & Thornburn)	Φ (Japanese National Railway)	Φ (Schmertmann)
1315	13	53	20	273	53	82.55	40.20	42.04	35.9	44.60
1315	15	rifiuto	20							
1315	17	6	20	357	6	24.89	21.49	28.88	21.8	39.99
1315	19	41	20	399	41	62.09	36.80	38.68	32.3	42.97
270	5	26	17	105	26	80.94	31.75	34.48	27.8	44.48
270	7	24	17	147	24	69.84	30.97	33.92	27.2	43.59
270	10	27	17	210	27	65.21	32.12	34.76	28.1	43.22
104370	2.5	rifiuto	7							
104370	4	64	7	84	64		42.98	45.12	39.2	
104370	5.5	rifiuto	7							
104370	8.5	56	7	178.5	35.5	81.88	40.98	42.88	36.8	44.55
104370	11	54	7	231	34.5	76.35	40.46	42.32	36.2	44.11
104370	14	rifiuto	7							
104371	2	rifiuto	7							
104371	4	rifiuto	7							
104371	5.5	rifiuto	7							
104371	7	rifiuto	7							
104371	9	rifiuto	7							
104371	11.5	48	7	241.5	31.5	72.20	38.83	40.64	34.4	43.78
104372	2.5	rifiuto	8							
104372	4	rifiuto	8							
104372	5.5	rifiuto	8							
104372	7.5	rifiuto	8							
104372	12	80	8	252	47.5	86.19	46.64	49.60	44	44.89
104372	14	rifiuto	8							
104373	3	rifiuto	8							

Rapport géotechnique et sismique / Relazione geotecnica e sismica

Codice	Profondità (m)	Nspt	Falda (m dal pc)	σ'_{vo} (kPa)	N'spt	Dr (%) (Gibbs & Holtz, 1957)	ϕ (Owasaki & Iwasaki)	ϕ (Peck-Hanson & Thornburn)	ϕ (Japanese National Railway)	ϕ (Schmertmann)
104373	4.5	71	8	94.5	71		44.63	47.08	41.3	
104373	6	67	8	126	67		43.70	45.96	40.1	
104373	7	rifiuto	8							
104373	9	72	8	189	43.5	87.77	44.86	47.36	41.6	45.02
104373	12	rifiuto	8							

Tabella 15 – Valori delle prove SPT per i sondaggi considerati nella caratterizzazione geotecnica dei terreni; valori dell'angolo di attrito ϕ ottenuti a seguito dell'applicazione delle differenti metodologie illustrate nel testo.

4.6 Caratterizzazione sismica dei terreni per il cumulo

Il carico indotto dall'azione sismica è stato applicato secondo le indicazioni contenute nel DM2008. In particolare, la normativa consente di valutare l'azione sismica in funzione della posizione geografica dell'opera. Partendo dall'ubicazione dell'opera è possibile definire, per il sito di interesse, le accelerazioni orizzontali di progetto. Nota l'accelerazione sismica ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, bisogna fissare la vita nominale V_N dell'opera in esame.

I parametri sismici da utilizzare sono stati definiti in accordo alle NTC 2008 di cui al DM 14.1.2008:

- $V_n = 50$ anni vita nominale della struttura
- $C_u = 1.0$ classe d'uso della struttura (II)
- $V_R = V_n * C_u = 50$ anni periodo di riferimento dell'opera

Nella tabella seguente è definita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} in ciascuno degli stati limite.

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 16 – Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Le analisi sismiche condotte fanno riferimento allo SLO (Stato Limite di Operatività), SLD (Stato Limite di Danno), SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e allo SLC (Stato Limite di prevenzione del Collasso) per i quali i periodi di ritorno T_R sono ottenuti con la relazione seguente:

$$T_R = \frac{-V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Ne risultano i valori seguenti di T_R :

- Allo SLO $T_R = 30$ anni
- Allo SLD $T_R = 50$ anni
- Allo SLV $T_R = 475$ anni
- Allo SLC $T_R = 975$ anni

Mediante l'utilizzo del foglio di calcolo *Spettri-NTCver.1.0.3.xls* fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e sulla base del D.M. 14 gennaio 2008 sono stati individuati i parametri sismici.

I valori dell'accelerazione massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a_g , il valore massimo del fattore di amplificazione F_0 ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante T_c^* dello spettro in accelerazione orizzontale sono determinati nella tabella seguente sulla base della localizzazione geografica del cumulo. Si fornisce inoltre lo spettro di risposta elastico per i diversi stati limite.

Coordinate UTM ED50: Long 7.973 ; Lat 45.218

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.017	2.612	0.162
SLD	50	0.021	2.587	0.170
SLV	475	0.040	2.657	0.271
SLC	975	0.048	2.682	0.289

Tabella 17– Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per il cumulo

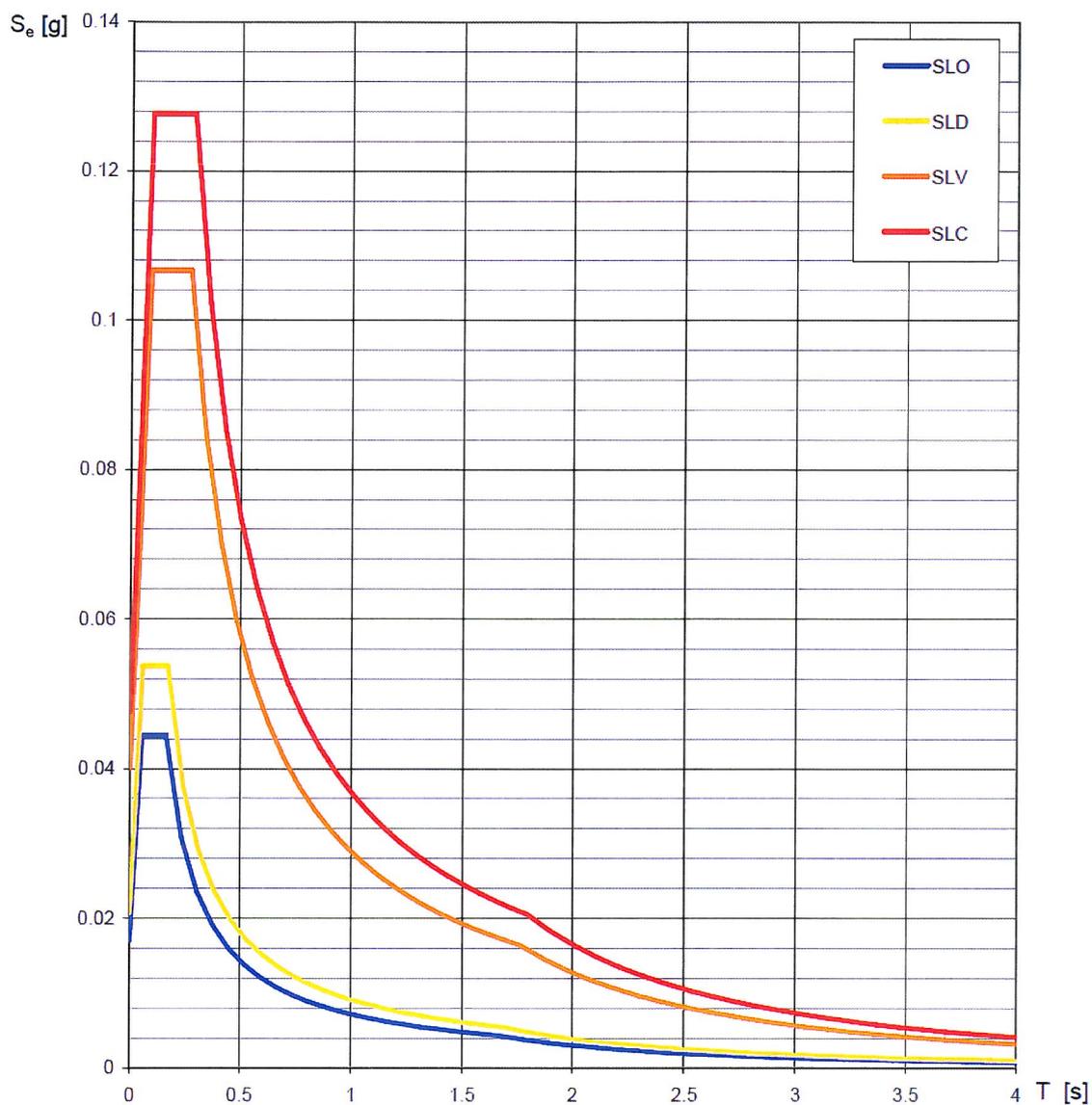


Figura 4 – Spettro di risposta elastico per il cumulo

Il sottosuolo è di categoria E al senso delle NTC 2008. Le formazioni incontrate non sono suscettibili di liquefazione.

La tabella seguente permette la determinazione dei valori del coefficiente stratigrafico S_s e del coefficiente C_c per ogni classe di suolo.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 18– Espressioni di S_s e C_c

Le condizioni topografiche che permettono il calcolo del coefficiente topografico S_t sono di categoria T2 con inclinazione media superiore a 15°.

Stato limite	S_s	C_c	ST
SLO	1.60	2.38	1.0
SLD	1.60	2.34	1.0
SLV	1.60	1.94	1.0
SLC	1.6	1.89	1.0

Tabella 19– Valori di progetto dei parametri S_s , C_c e S_t

4.7 Verifica della stabilità del cumulo

Per la verifica della stabilità del cumulo, si veda la relazione PD2-C3B-TSE3-0046.

4.8 Caratterizzazione sismica dei terreni per le opere provvisorie

Il carico indotto dall'azione sismica è stato applicato secondo le indicazioni contenute nel DM2008. In particolare, la normativa consente di valutare l'azione sismica in funzione della posizione geografica dell'opera. Partendo dall'ubicazione dell'opera è possibile definire, per il sito di interesse, le accelerazioni orizzontali di progetto. Nota l'accelerazione sismica a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido, bisogna fissare la vita nominale V_N dell'opera in esame.

Per le opere provvisorie, con durata superiore a 2 anni, la normativa prevede di considerare l'effetto del sisma. I parametri sismici da utilizzare sono stati definiti in accordo alle NTC 2008 di cui al DM 14.1.2008:

- $V_n = 10$ anni vita nominale della struttura (opere provvisorie)
- $C_u = 1.0$ classe d'uso della struttura (II)

- $V_R = V_n * C_u \geq 35$ anni periodo di riferimento dell'opera

Nella tabella seguente è definita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} in ciascuno degli stati limite.

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 20– Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Le analisi sismiche condotte fanno riferimento allo SLO (Stato Limite di Operatività), SLD (Stato Limite di Danno), SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e allo SLC (Stato Limite di prevenzione del Collasso) per i quali i periodi di ritorno T_r sono ottenuti con la relazione seguente:

$$T_r = \frac{-V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Ne risultano i valori seguenti di T_r :

- Allo SLO $T_R = 30$ anni
- Allo SLD $T_R = 35$ anni
- Allo SLV $T_R = 332$ anni
- Allo SLC $T_R = 682$ anni

Mediante l'utilizzo del foglio di calcolo *Spettri-NTCver.1.0.3.xls* fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e sulla base del D.M. 14 gennaio 2008 sono stati individuati i parametri sismici.

I valori dell'accelerazione massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a_g , il valore massimo del fattore di amplificazione F_0 ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante T_c^* dello spettro in accelerazione orizzontale sono determinati nella tabella seguente sulla base della localizzazione geografica delle opere provvisionali. Si fornisce inoltre lo spettro di risposta elastico per i diversi stati limite.

Coordinate UTM ED50: Long 7.973 ; Lat 45.218

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.017	2.612	0.162
SLD	35	0.018	2.604	0.164
SLV	332	0.037	2.655	0.256
SLC	682	0.044	2.670	0.280

Tabella 21– Parametri di pericolosità sismica in funzione degli stati limite per opere provvisorie

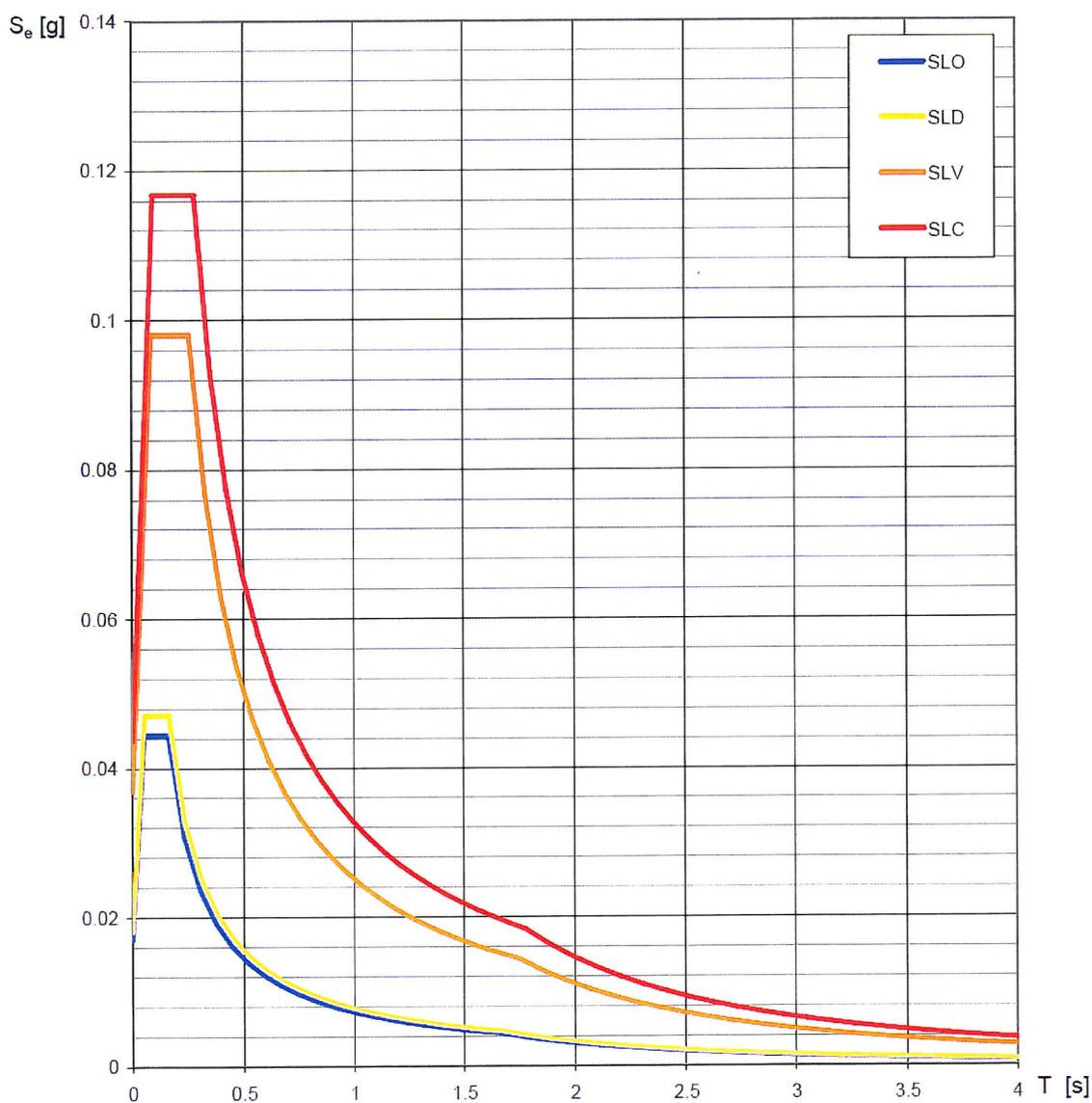


Figura 5 – Spettro di risposta elastico per opere provvisorie

Il sottosuolo è di categoria E al senso delle NTC 2008. Le formazioni incontrate non sono suscettibili di liquefazione.

La tabella seguente permette la determinazione dei valori del coefficiente stratigrafico S_s e del coefficiente C_c per ogni classe di suolo.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 22– Espressioni di S_s e C_c

Stato limite	S_s	C_c	ST
SLO	1.60	2.38	1.0
SLD	1.60	2.37	1.0
SLV	1.60	1.98	1.0
SLC	1.60	1.91	1.0

Tabella 23– Valori di progetto dei parametri S_s , C_c e St

5. Bibliografia

Magnetti, R. & Rossello, E., 2006. *Ampliamento per la messa in sicurezza e recupero finale (Anno 2006) - Relazione geologica-tecnica*, Torino: Ing. Vito Rotunno srl.

Savasta, G., 2009. *Autorizzazione, messa in sicurezza e recupero finale della cava di serpentino sita in località "Truc Le Mura" - Relazione geologico-tecnica: verifiche gradoni sommitali di cava. Integrazioni dicembre 2009*, Torino: Ing. Vito Rotunno srl.

Certaro, F., 2007. *Ingegneria geotecnica e geologia applicata* (Prima edizione ed.). Roma: EPC Libri.