

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA  
U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COLLEGAMENTO LAMEZIA T. – CATANZARO - DORSALE JONICA  
ELETTRIFICAZIONE TRATTA LAMEZIA T.-CATANZARO L.  
(Lotto 01)**

**Relazione di Caratterizzazione Sismica Generale**

PFTE da sottoporre all'esame del CSLPP ai sensi del DL 16 luglio 2020, n. 76 convertito con legge n. 120/2020 «Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione»

SCALA:

ITALFERR S.p.A.  
Ordine degli Ingegneri della  
Provincia di La Spezia  
Dott. Ing. Andrea Nardinocchi  
iscritto all'Albo Professionale  
CDD N. A/263/

COMMESSA    LOTTO FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR    REV.

**RC0W    01    D    78    RH    GE0006    002    A**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	G. Grimaldi	Aprile 2020	G. Fiacarella	Aprile 2020	S. Vanfiori	Aprile 2020	

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Tecnica  
UO Infrastrutture Sud  
Dott. Ing. Andrea Nardinocchi  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10476

File: RC0W01D78RHGE0006002A

n. Elab.: 182

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	DOCUMENTI PROGETTUALI.....	4
2.2	NORMATIVA.....	4
2.3	BIBLIOGRAFIA TECNICA .....	4
3	LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI INTERESSE LUNGO IL TRACCIATO .....	6
4	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	8
4.1	PREMESSA.....	8
4.2	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	9
4.3	STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO.....	11
4.4	ACCELERAZIONE DI RIFERIMENTO SU SUOLO RIGIDO $a_g$ .....	12
4.5	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	15

## 1 INTRODUZIONE

La porzione di territorio sede del tracciato della linea Jonica tratte Catanzaro L. - Lamezia Terme ricade in un'area classificabile come di alta sismicità. In particolare, l'area di interesse progettuale, secondo la Mappa della Zonazione Sismogenetica del territorio nazionale (ZS9), elaborata dal Gruppo di Lavoro MPS, 2004 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia in base all'OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003, ricade nelle zone sismogenetiche ZS930 - Calabria Jonica - magnitudo momento 6.6 e ZS929 – Calabria Tirrenica – magnitudo momento 7.23. Oggetto di questo documento è:

- riassumere le prescrizioni normative in termini di parametri necessari per la verifica sismica.
- sulla base delle informazioni disponibili in merito a vita nominale e classe d'uso delle opere in progetto, definirei parametri di pericolosità sismica, in riferimento a punti selezionati lungo il tracciato, tenendo conto delle potenzialmente variabili condizioni di sito.

Sulla base dello studio condotto, il territorio attraversato dall'opera rivela una discreta omogeneità rispetto all'azione sismica attesa. In fasi successive del progetto, per la progettazione di singole opere aventi particolare importanza potrà essere eseguita una analisi di maggiore dettaglio volta a definire puntualmente il valore dell'azione sismica, tenendo tra l'altro conto della effettiva quota di imposta delle fondazioni.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 DOCUMENTI PROGETTUALI

- [1] Esecuzione di Prospezioni Geofisiche per l'elettrificazione della Linea Jonica – Lotto 2 – Catanzaro Lido-Sibari e per la Progettazione ACCM della Linea Jonica Sibari-Lamezia Terme.
- [2] Opere Di Risanamento Acustico – 1° fase di attuazione del piano redatto ai sensi del D.M. ambiente 29/11/2000- Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica
- [3] Cavalcavia ferroviario al km 280-094 e adeguamento viabilità esistente – Relazione geologica – progetto definitivo
- [4] Soppressioni P.L. Della linea Metaponto – Reggio Calabria - Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica – progetto definitivo
- [5] Manuale di progettazione delle opere civili – Documento n° **RFI DTC SI PS MA IFS 001 D** dicembre 2019

### 2.2 NORMATIVA

- [6] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.42 del 20.2.2018.
- [7] Circolare 2 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- [8] CEN [Comité Européen de Normalisation, 2003]. Eurocode 8: Design of Structures for earthquake resistance. Document EN 1998-1, Brussels.

### 2.3 BIBLIOGRAFIA TECNICA

- [9] Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006, Progetto S1, Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi, Coordinatore: Carlo Meletti (INGV). Sito web: <http://esse1.mi.ingv.it/>.

- [10] Rovida, A., Camassi, R., Gasperini P. e Stucchi, M. (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11.
- [11] Boulanger R.W. and Idriss I.M. (2011). "Cyclic failure and liquefaction: current issues". Proc. 5th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Santiago, Chilean geotechnical Society, pp. 137-159.
- [12] Hynes, M.E., and Olsen, R.S. (1999), "Influence of confining stress on liquefaction resistance", Proc., Int. Workshop on Phys. And Mech. Of Soil Liquefaction, Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 145-152.
- [13] Idriss, I.M. and Boulanger, R.W. (2004), "Semi-empirical procedures for evaluating liquefaction potential during earthquakes". In: Proceedings, 11th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake engineering, and 3d International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering. D. Doolin et al., eds., Stallion press, Vol. 1, pp. 32-56.
- [14] Liao, S.C.C. and Whitman, R.V. (1986), "Overburden Correction Factors for SPT in sand", Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 112, No. 3, 373-377.
- [15] Mayne, P.W., Rix, G.J. (1993) "Gmax –qc relationship for clays" Geotechnical Testing Journal, vol 16, n°1 54-60.
- [16] Mayne, P.W., Rix, G.J. (1995) "Correlations between shear wave velocity and cone tip resistance in clays" Soils and Foundations, vol. 35, n° 2, 107-110.
- [17] Ohta Y., Goto N. (1978). Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 6, pp. 167-187.

### 3 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI INTERESSE LUNGO IL TRACCIATO

Al fine di fornire un inquadramento dell'azione sismica attesa lungo il tracciato di progetto, sono state eseguite indagini sismiche finalizzate alla determinazione del parametro  $V_{s,eq}$  e prese in considerazione opere di particolare rilevanza direttamente afferenti ad esso. Tali punti, raffigurati a grande scala in Figura 1 sono dettagliati in Tabella 1 con riguardo a:

- Latitudine e longitudine del punto/zona di interesse.
- Indagine geofisiche sismiche verticali e orizzontali di interesse per la categorizzazione stratigrafica ai fini della valutazione della risposta sismica (Down-Hole, Masw).

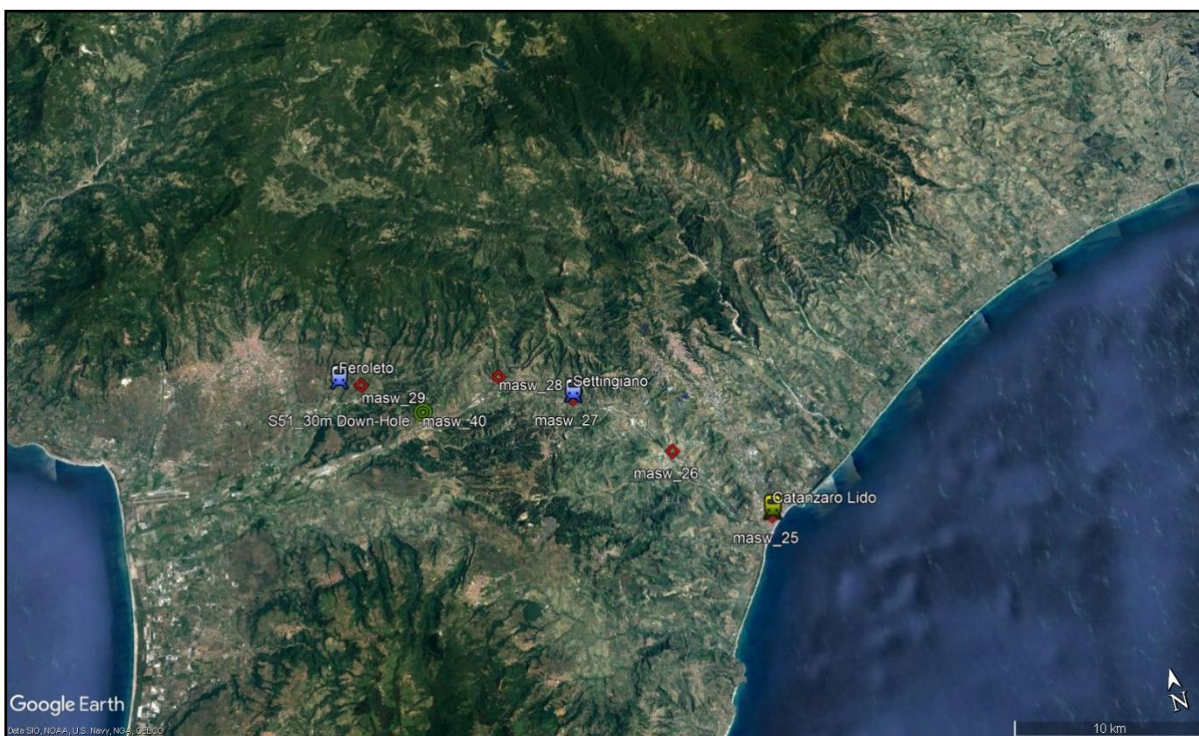


Figura 1: Indagini realizzate lungo il tracciato per la definizione dell'azione sismica di progetto (cfr. Tabella 1).

Tabella 1: Identificazione e localizzazione dei punti di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto. Vengono riportate le indagini di riferimento utilizzate per la valutazione della categoria di sottosuolo.

ID	Lat. Ed50	Long. Ed50	Prove sismiche di superficie Masw	Prove sismiche Superficie Hvsr	Prove sismiche in foro
Catanzaro lido	38,82298	16,61355	Mw25	Hvsr25	---
Settingiano	38,90371	16,51131	Mw26,Mw27	Hvsr26,Hvsr27	---
Ponte cancello	38,915563	16,415839	Mw40	Hvsr40	S51_Downhole
Feroleto linea	38,93716	16,38148	Mw28, Mw29	Hvsr28, Hvsr29	---

## 4 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

### 4.1 PREMESSA

La definizione dell'azione sismica di progetto per il tracciato dell'opera e le opere direttamente afferenti ad esso è stata condotta secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche in vigore assunte alla base della progettazione (DM 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20.02.2018).

In particolare, l'azione sismica in base alla quale va valutato il rispetto dei diversi stati limite per le strutture in progetto deve essere definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, a sua volta espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

La definizione dell'azione sismica di progetto comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastica in accelerazione  $S_e(T)$  "ancorato" al valore di  $a_g$ , facendo riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  per la vita utile della struttura. Data la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato, funzione dello Stato Limite considerato per la verifica, la forma spettrale è definita a partire dai valori dei seguenti parametri relativi ad un sito di riferimento rigido e orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_{c^*}$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti verrà dapprima stabilito il periodo di riferimento per l'azione sismica, sulla base della classificazione delle opere in progetto (cfr. par. 4.2). Successivamente, nel par. 4.3 saranno definiti gli stati limite di interesse per la verifica strutturale, arrivando a definire i periodi di ritorno corrispondenti dell'azione sismica da considerare, determinata a sua volta, nel par.4.4, per suolo rigido ed in



corrispondenza dei punti di interesse come da progressiva di riferimento (cfr. par. 3 e Tabella 1). La determinazione della categoria di sottosuolo (e topografica) di riferimento attraverso l'interpretazione delle indagini geofisiche di Progetto Definitivo, sarà oggetto del par. 4.5. In conclusione, sempre nel par. 4.5 verrà definita, sempre per ciascuno dei punti di interesse, l'azione sismica di verifica per i diversi Stati Limite.

## 4.2 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

La Vita Nominale  $V_N$  di un'opera, intesa come il numero di anni in cui essa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC2018:

- $V_N \leq 10$  anni, per opere provvisorie e provvisionali.
- $V_N \geq 50$  anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$  anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, le opere sono suddivise dalle NTC2018 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, le classi d'uso sono così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. Per le quali si ha un coefficiente d'uso  $C_U=0.7$ .
- Classe II: ... 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 .... Per le quali  $C_U = 1.0$ .
- Classe III: ... omissis ... Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso IV, e

reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza ... omissis ... Per le quali  $C_U = 1.5$ .

- Classe IV: ... omissis ... Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico ... omissis ... Per le quali  $C_U = 2$ .

Inoltre, l'azione sismica di verifica delle opere viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di opera, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Alla luce di quanto sopra e sulla base di quanto riportato nel manuale di manuale RFI (al paragrafo 2.12.3.1 definizione della azione sismica)

Per i fabbricati di competenza di FERROVIE si considera:

- vita nominale  $V_N=50$  anni;
- classe d'uso III  $C_u = 1,50$  per tutti i fabbricati appartenenti all'elenco B ai sensi del DPCM 3685/2003;
- classe d'uso IV  $C_u = 2$  per tutti i fabbricati appartenenti all'elenco A ai sensi del DPCM 3685/2003.

per i fabbricati in calcestruzzo armato relativi alle sottostazioni elettriche, si ha:

Vita nominale e classe d'uso delle SSE			
VN (anni)	Classe d'uso	Cu	VR (anni)
50	IV	2,0	100

per il sito di Ponte Canello, dove si prevede la realizzazione di pile in affiancamento al viadotto esistente per la installazione dei pali della TE,:

Vita nominale e classe d'uso pile Ponte Canello			
VN (anni)	Classe d'uso	Cu	VR (anni)
50	II	1,0	50

### 4.3 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

L'azione sismica di progetto deve essere determinata in funzione degli Stati Limite relativi all'opera da verificare ed alle corrispondenti probabilità  $P_{VR}$  di realizzarsi nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Gli Stati Limite di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nelle NTC2018 al par. 3.2.1 risultano:

- Stati Limite Ultimi (SLU):
  - Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, **SLV**, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
  - Stato Limite di Prevenzione del Collasso, **SLC**, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.
  
- Stati limite di Esercizio (SLE):
  - Stato Limite di immediata Operatività **SLO** per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico.
  - Stato Limite di Danno **SLD** definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Sarà compito del progettista delle singole opere selezionare le prestazioni della struttura da verificare per ogni SL considerato.

Le probabilità di superamento cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente per ciascuno degli stati limite considerati sono (cfr Tab 3.2.I NTC2018):

Stati Limite	$P_{VR}$ : Probabilità di superamento in $V_R$	
Esercizio	SLO	81 %
	SLD	63 %
Ultimi	SLV	10 %
	SLC	5 %

Il tempo di ritorno  $T_R$  dell'azione sismica di verifica è legato al periodo di riferimento  $V_R$  ed alla probabilità di superamento  $P_{VR}$  dalla relazione:

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

Nel caso specifico per i tratti di linea e le opere caratterizzate da ( $V_R = 100$  anni) si ha:

Stato Limite		$P_{VR}\%$	$T_{Ranni}$
SLE	SLO	81%	60
	SLD	63%	101
SLU	SLV	10%	949
	SLC	5%	1950

#### 4.4 ACCELERAZIONE DI RIFERIMENTO SU SUOLO RIGIDO $a_g$

In allegato al testo delle Norme Tecniche è presente una tabella nella quale i valori  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e  $T_{c^*}$  (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 (individuati dalle loro coordinate, cfr. Tabella 1) vengono ottenuti per interpolazione sui quattro punti di griglia più prossimi.

In Tabella 2 si riporta, per ogni punto di interesse, la relativa localizzazione ed uno schema di localizzazione 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).

Il risultato dell'interpolazione per i parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_{c^*}$  è riportato in Tabella 3, Tabella 4, rispettivamente per le opere caratterizzate da ( $V_r=100$  anni) e per le opere caratterizzate da ( $V_r=50$  anni).

Tabella 2: Associazione dei punti di interesse di Tabella 1, ai nodi della griglia di rappresentazione dei valori di pericolosità sismica secondo le tabelle allegate alle NTC2018.

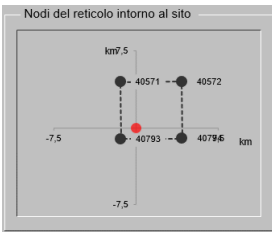
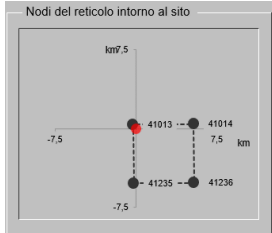
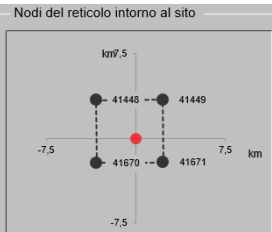
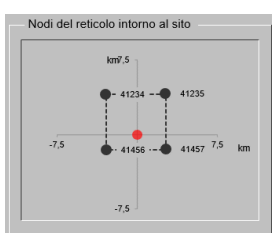
ID	Latitudine	Longitudine	Punti della griglia adiacenti (da Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLP, 2009)
Catanzaro Lido	39,08541	17,109256	
Settingiano	39,02692467	16,96449008	
Ponte Canello	38,915563	16,415839	
Feroletto Linea	38,945072	16,926206	

Tabella 3: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009) ) per le opere caratterizzate da  $V_R = 100$  anni

ID	Tabella valori				
	SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)
Catanzaro Lido	SLO	60	0,061	2,368	0,317
	SLD	101	0,079	2,394	0,334
	SLV	949	0,211	2,444	0,378
	SLC	1950	0,275	2,488	0,389
	SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)
Settingiano	SLO	60	0,071	2,343	0,313
	SLD	101	0,093	2,355	0,329
	SLV	949	0,248	2,439	0,379
	SLC	1950	0,320	2,489	0,394
	SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)
Feroletto Linea	SLO	60	0,070	2,349	0,314
	SLD	101	0,091	2,363	0,330
	SLV	949	0,246	2,431	0,379
	SLC	1950	0,318	2,479	0,400
	SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)

Tabella 4: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP (2009) ) per le opere caratterizzate da  $V_R = 50$  anni

D	Tabella valori				
	SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)
Ponte Cannello	SLO	30	0,071	2,299	0,280
	SLD	50	0,094	2,279	0,298
	SLV	475	0,270	2,432	0,370
	SLC	975	0,361	2,480	0,394
	SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)

## 4.5 RISPOSTA SISMICA LOCALE

La zonazione del tracciato di progetto rispetto alla risposta sismica locale dei terreni presenti è stata svolta in accordo alle prescrizioni delle NTC2018, identificando la Categoria di Sottosuolo di appartenenza del sito sulla base dei dati delle indagini condotte (cfr. tabella 4). In particolare, l'associazione tra stratigrafia rilevata ai punti di interesse e relativa categoria di sottosuolo è stata condotta in funzione delle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

$h_i$  = spessore (in metri) dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  = numero di strati

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando la proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

A tale riguardo, i profili di  $V_s$  sono stati così determinati:

- per via diretta dai risultati delle prove geofisiche di superficie di tipo Masw;

Per ogni punto di interesse identificato lungo il tracciato vengono elencate in Tabella 1 le prove di indagine più prossime di riferimento.

Lungo il tracciato i valori delle velocità delle onde di taglio e conseguentemente del parametro  $V_{s,eq}$  identificano terreni sia di tipo B, sia di tipo C.

Nel seguito si definiscono le azioni sismiche di progetto considerando cautelativamente una categoria di sottosuolo di tipo C.

Tabella 5: Hvsr e  $V_{s,eq}$  da indagini sismiche e categoria sottosuolo

ID	ID	Lat. Wgs84	Long. Wgs84	Vseq	Categoria di Sottosuolo	H/V
Mw25	Hvsr25	38,822485	16,613114	259	C	0,47
Mw26	Hvsr26	38,864947	16,563749	235	C	2,06
Mw27	Hvsr27	38,903111	16,510858	354	C	7
Mw28	Hvsr28	38,923222	16,467764	359	C	2,19
Mw29	Hvsr29	38,936068	16,380573	446	B	0,53
Mw40	Hvsr40	38,914540	16.415039	349	C	0.56
S51_Dw		38,914506	16,415660		B	

- In conclusione, l'intero tracciato è stato caratterizzato ai fini normativi come categoria di sottosuolo **C** ossia "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,eq}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s*".

L'effetto della risposta sismica locale sulla pericolosità di base può essere determinato secondo le NTC2018 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 ( $S_T$ ):

$$S = S_s \cdot S_T$$

Il coefficiente  $S_s$  si ottiene dalle seguenti espressioni (vedi Tabella 3.2.II del par. 3.2.2 delle NTC2018):



- Categoria di sottosuolo C: 
$$S_s = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$$

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, considerato che il sito di interesse si trova su superficie sostanzialmente pianeggiante (cat. T1, ossia Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ , in accordo alla Tabella 3.2.III al par.3.2.2. delle NTC2018), il fattore di amplificazione topografica è sempre  $S_T = 1$ .

I valori del fattore di sito  $S$  e dell'azione sismica di progetto  $a_{max} = S a_g$  per periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite sono stati valutati per le opere caratterizzati da ( $V_R = 100$  anni tab. 6) e ( $V_r = 50$  anni tab.7).

Tabella 6: Coefficienti di sito  $S$  ( $S_T=1$ ) e accelerazione di progetto  $a_{max}$  per gli stati limite di riferimento per i tratti di linea caratterizzati da ( $V_R = 100$  anni).

ID	Categoria sottosuolo	Tabella valori					
		SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$S$ (-)	$a_{max}$ (g)
Catanzaro Lido	C	SLO	60	0,061	2,368	1,500	0,091
		SLD	101	0,079	2,394	1,500	0,118
		SLV	949	0,211	2,444	1,391	0,293
		SLC	1950	0,275	2,488	1,290	0,355
		SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$S$ (-)	$a_{max}$ (g)
Settingiano	C	SLO	60	0,071	2,343	1,500	0,107
		SLD	101	0,093	2,355	1,500	0,139
		SLV	949	0,248	2,439	1,337	0,332
		SLC	1950	0,320	2,489	1,223	0,391
		SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$S$ (-)	$a_{max}$ (g)
Feroletto Linea	C	SLO	60	0,070	2,349	1,500	0,105
		SLD	101	0,091	2,363	1,500	0,137
		SLV	949	0,246	2,431	1,341	0,330
		SLC	1950	0,318	2,479	1,228	0,390
		SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$S$ (-)	$a_{max}$ (g)

Tabella 7: Coefficienti di sito  $S$  ( $S_T=1$ ) e accelerazione di progetto  $a_{max}$  per gli stati limite di riferimento per i tratti di linea caratterizzati da ( $V_R = 50$  anni).

	C	SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$S$ (-)	$a_{max}$ (g)
		SLO	30	0,071	2,299	1,500	0,106
SLD	50	0,094	2,279	1,500	0,141		
SLV	475	0,270	2,432	1,306	0,353		
SLC	975	0,361	2,480	1,163	0,420		