



COMUNE DI
MONTALTO UFFUGO
PROVINCIA DI COSENZA



PROGETTO:

**Ampliamento scuola dell'infanzia sita in via A. Manzoni
Frazione Taverna, Comune di Montalto Uffugo (CS)
Classe d'uso III**

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

Elaborato
**RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA'
SISMICA DI BASE**

VISTI

Tav.

Committente

Amministrazione Comunale
di Montalto Uffugo CS

Geologo

Dott. Vincenzo LUCIA

Progettista e D.L.

Arch. Marcello D'AMICO

Dott. Geol. Vincenzo LUCIA
Corso del Pollino, 147
87020 - Santa Maria del Cedro CS
Cell. 328 13 43 267
E-mail vincenzo.lucia@yahoo.it

LUGLIO 2018

SOMMARIO

PREMESSA	2
INQUADRAMENTO SISMICO.....	2
NORMATIVA SISMICA.....	2
<i>Scenari di pericolosità sismica locale</i>	6
<i>Effetti stratigrafici</i>	9
<i>Effetti topografici</i>	10
STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.....	12
Parametri sismici	12
Spettri di Normativa - stati limite SLO, SLD, SLV	15
ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	29
Elaborazione analisi per lo stato limite SLO	44
Elaborazione analisi per lo stato limite SLD	49
Elaborazione analisi per lo stato limite SLV	54
CONCLUSIONI	59

Normativa di riferimento

- **D.M. 17/01/2018** “Norme Tecniche sulle Costruzioni”;
- **D.M. 11/3/88** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- **D.P.R. 5/10/2010, n. 207.** Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n°163 recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”;
- **Legge regionale 28/12/2015, n. 37.** “Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica”.

PREMESSA

In relazione al progetto “**Ampliamento scuola dell'infanzia sita in via A. Manzoni - Frazione Taverna, Comune di Montalto Uffugo (CS)**”, ai sensi delle NTC 2018 è stata eseguita la valutazione dei parametri sismici del sottosuolo per la tipologia progettuale in esame.

La scelta del livello di analisi, per la definizione dell'azione sismica e i dati necessari ad implementarlo dipendono, dalla rilevanza dell'opera (classe d'uso III) e dalla caratterizzazione geologica e sismica del sito oggetto d'integrazione.

Si è pertanto proceduto ad illustrare la sismicità del sito ed a determinare la caratterizzazione sismica dei terreni presenti nell'area d'interesse, mediante il *metodo numerico MONO-DIMENSIONALE*, con le modalità di seguito riportate:

- macrozonazione sismica dell'area attraverso l'individuazione della zona sismica del Comune in cui ricade la struttura da realizzare, ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003;
- definizione della categoria del suolo di fondazione del sito in esame (microzonazione), mediante il profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dalle prove geofisiche realizzate all'interno della zona progettuale, secondo quanto specificato al paragrafo 3.2.2 del D.M. 17/01/2018;
- caratterizzazione della pericolosità sismica dell'area mediante l'individuazione del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno) e dell'intensità macrosismica I_{max} ;
- definizione della Risposta Sismica Locale (eseguita tramite un'analisi numerica della risposta sismica di sito di tipo monodimensionale), seguendo le modalità riportate nel D.M. 17/01/2018.

INQUADRAMENTO SISMICO

La caratterizzazione sismica del sito è un elemento necessario ai fini della modellazione geologica e della progettazione geotecnica degli interventi.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), ha dato conto dei principali terremoti registrati dalle diverse fonti di carattere storiografico, letterario e naturalistico nella pubblicazione del **DBMI15** - Database Macrosismico Italiano 2015, di cui a seguire si riporta, un estratto degli eventi sismici più significativi per l'area, negli ultimi anni.

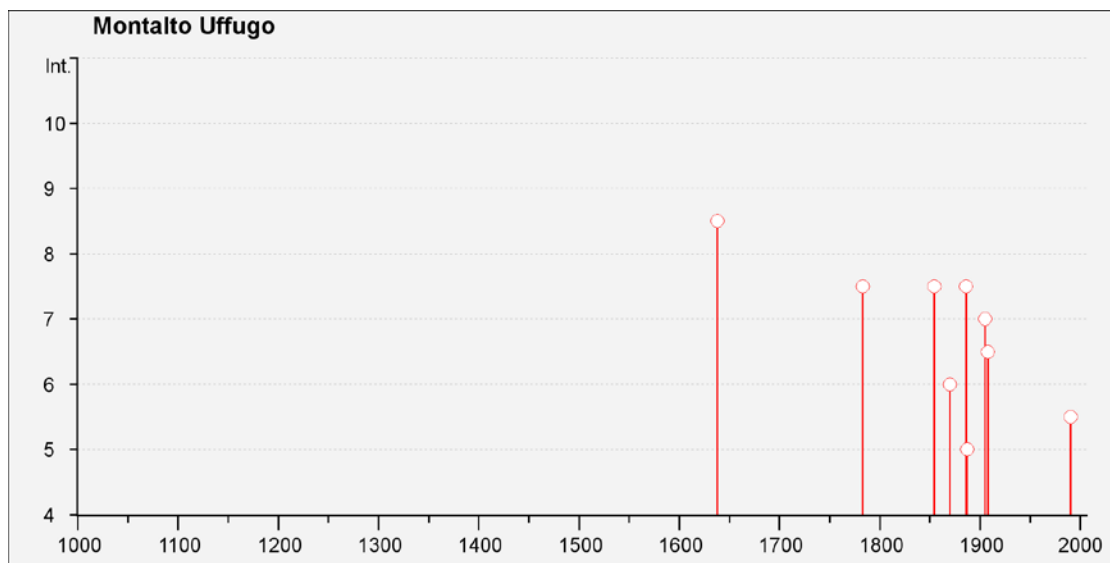
Storia sismica di Montalto Uffugo [39.405, 16.158]

Numero di eventi: 12

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
8-9	<u>1638 03 27 15:05</u>	Calabria	213	11	7.03 ±0.12
7-8	<u>1783 03 28 18:55</u>	Calabria	323	11	6.98 ±0.08
7-8	<u>1854 02 12 17:50</u>	Cosentino	89	10	6.21 ±0.16
6	<u>1870 10 04 16:55</u>	Cosentino	56	9-10	6.10 ±0.19
7-8	<u>1886 03 06</u>	COSENTINO	11	7-8	5.55 ±0.60
5	<u>1887 12 03 03:45</u>	Calabria settentrionale	142	8	5.49 ±0.14
7	<u>1905 09 08 01:43</u>	Calabria meridionale	895		7.04 ±0.16
6-7	<u>1908 12 28 04:20</u>	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10 ±0.15
3	<u>1988 04 13 21:28</u>	Costa calabra	272	6-7	5.01 ±0.10
5-6	<u>1990 05 05 07:21</u>	Potentino	1374		5.80 ±0.09
3	<u>1996 04 27 00:38</u>	Cosentino	123	6-7	4.86 ±0.11
3	<u>2001 10 18 11:02</u>	Cosentino	115	5-6	4.31 ±0.09

Legenda

I	Intensità macrosismica, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg
Np	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto
Io	Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg
Mw	Magnitudo momento



Rappresentazione grafica della storia sismica di MONTALTO UFFUGO - CS

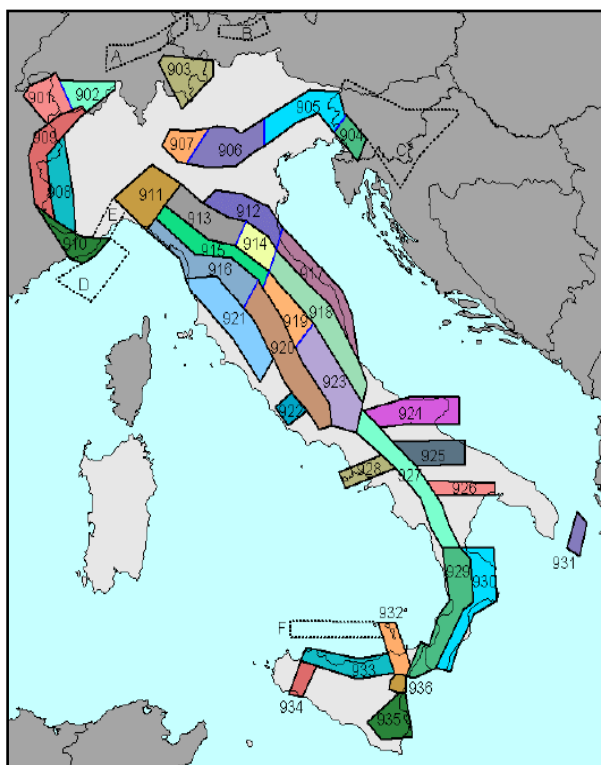
NORMATIVA SISMICA

Per quanto attiene alla caratterizzazione sismica dell'area oggetto d'intervento, si fa riferimento al DM 17/01/2018, che riprende l'O.P.C.M. 3274/2003, che prevede la definizione di una pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima prevista su substrato di riferimento, su cui è stata creata una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ha promosso nel luglio del 2003 la redazione della mappa; in particolare è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9, a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000) alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. La ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica, da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità media dei terremoti, determinati nella prospettiva di un loro utilizzo con le relazioni di attenuazione.

La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone sismogenetiche della ZS4 e dell'introduzione di nuove zone.

Riassumendo, nella ZS9 le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche s'innestano sul quadro di evoluzione cinematica plio–quaternaria su cui si basava la ZS4. Tuttavia, l'elaborazione della ZS9 si fonda su una base informativa decisamente più ricca e affidabile di quella disponibile all'epoca della prima realizzazione della ZS4.

La zonazione è costituita da 36 zone–sorgente, cui vanno aggiunte 6 zone–sorgente per le quali non è valutata però la pericolosità sismica.



Zonazione Sismogenetica ZS9

La zona che interessa l'area in esame è la 929, che fa parte del complesso "Calabria" (zone 929 e 930). L'esistenza di queste due distinte zone, rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo stretto di Messina (zona 929). Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908. Viceversa sul lato ionico della Calabria, solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi. Peraltro recenti studi paleosismici (Galli e Bosi, 2003) porrebbero l'evento del 9 giugno 1638 in relazione con la faglia dei Laghi posta sulla Sila.

Nella Zona Sismogenetica 929 sono previsti, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{wmax} = 7,29$; inoltre, il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in tale zona è di tipo faglia normale, con una profondità ipocentrale media stimata di 10 km.

L'O.P.C.M. 3274/2003 prevede anche una pericolosità dipendente dalle caratteristiche geologiche del sito, espressa secondo il concetto di categoria di suolo di fondazione, che a sua volta si basa sulla concetto di $V_{s,eq}$, ovvero di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio S.

In base alle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018, emesse ai sensi delle leggi 05/11/1971 n. 1086, 02/02/1974 n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 06/06/2001 n. 380, e all'art. 5 del decreto legge 28/05/2004 n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27/07/2004 n. 186 e ss. mm. ii, si definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso d'incendio, e di durabilità. Esse forniscono, quindi, i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La definizione di "pericolosità sismica di base" è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima prevista su substrato di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (bedrock, suolo A), nonché in ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione in essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vR} , nel periodo di riferimento V_R .


Ai fini della suddetta normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vR} , a partire dai seguenti valori dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito

F_o 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

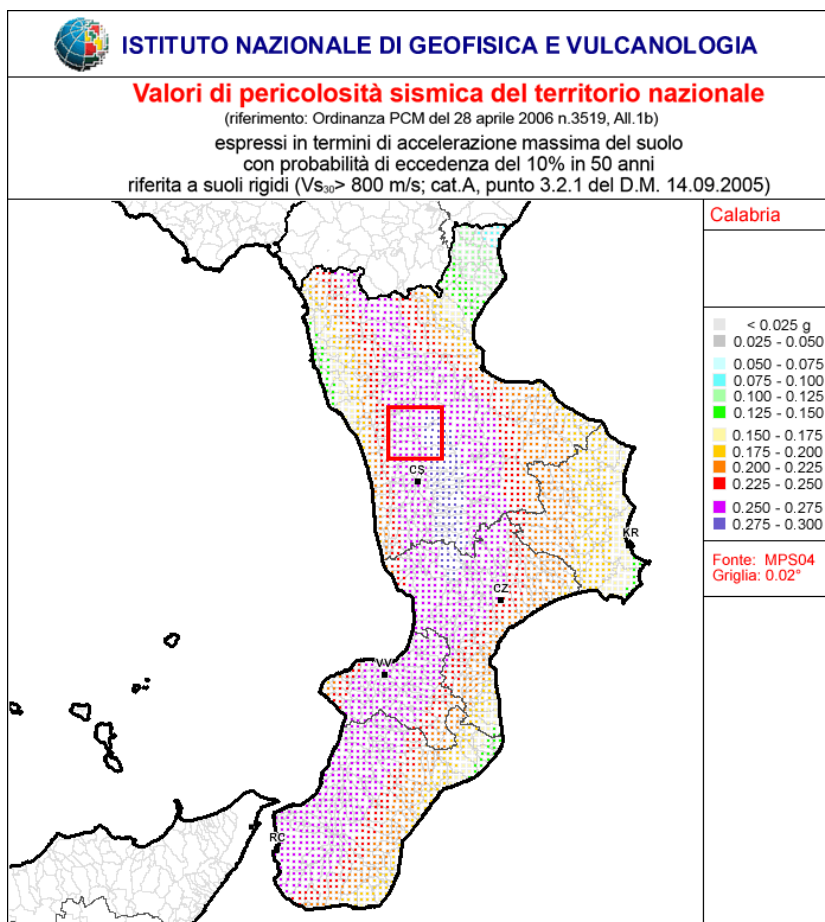
La zona investigata ricade nell'ambito del territorio Comunale di MONTALTO UFFUGO che, in base alla classificazione sismica nazionale (O.P.C.M. 2003), rientra in **zona 1**.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
 1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Valori di accelerazione orizzontale nelle zone sismiche

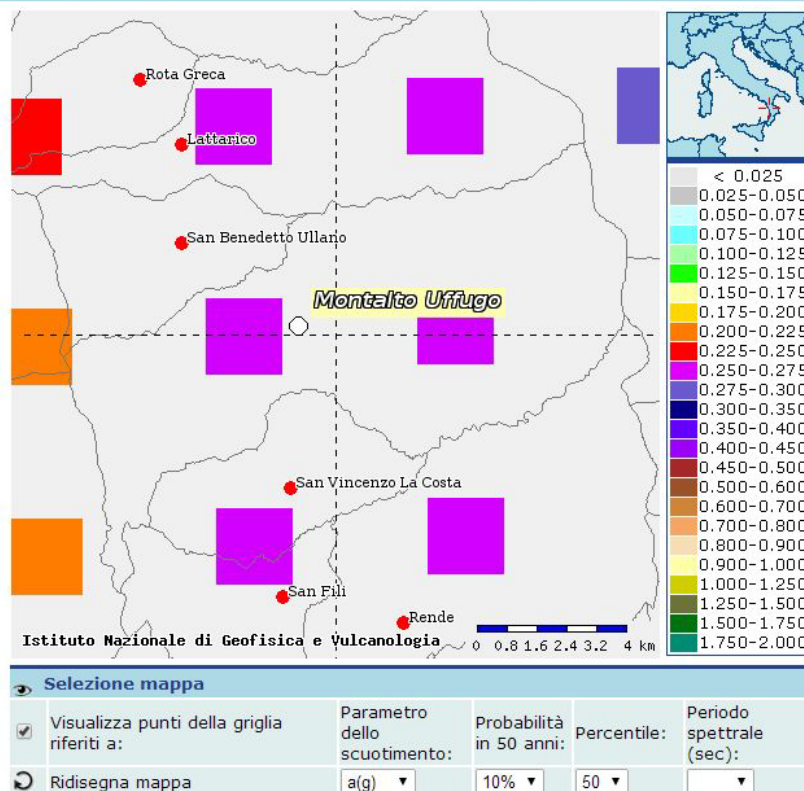
Sulla base della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, il territorio in questione si colloca in un'area in cui si possono verificare valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni, superiori a 0.250 a_g/g .

Si riporta il risultato della consultazione tramite il sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it> della mappa probabilistica della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa su una griglia regolare a passo 0.02°, relativamente al parametro dello scuotimento rappresentato da a_g (accelerazione orizzontale massima del suolo).



Mappa della pericolosità di base per il comune di Montalto Uffugo

Mappe interattive di pericolosità sismica

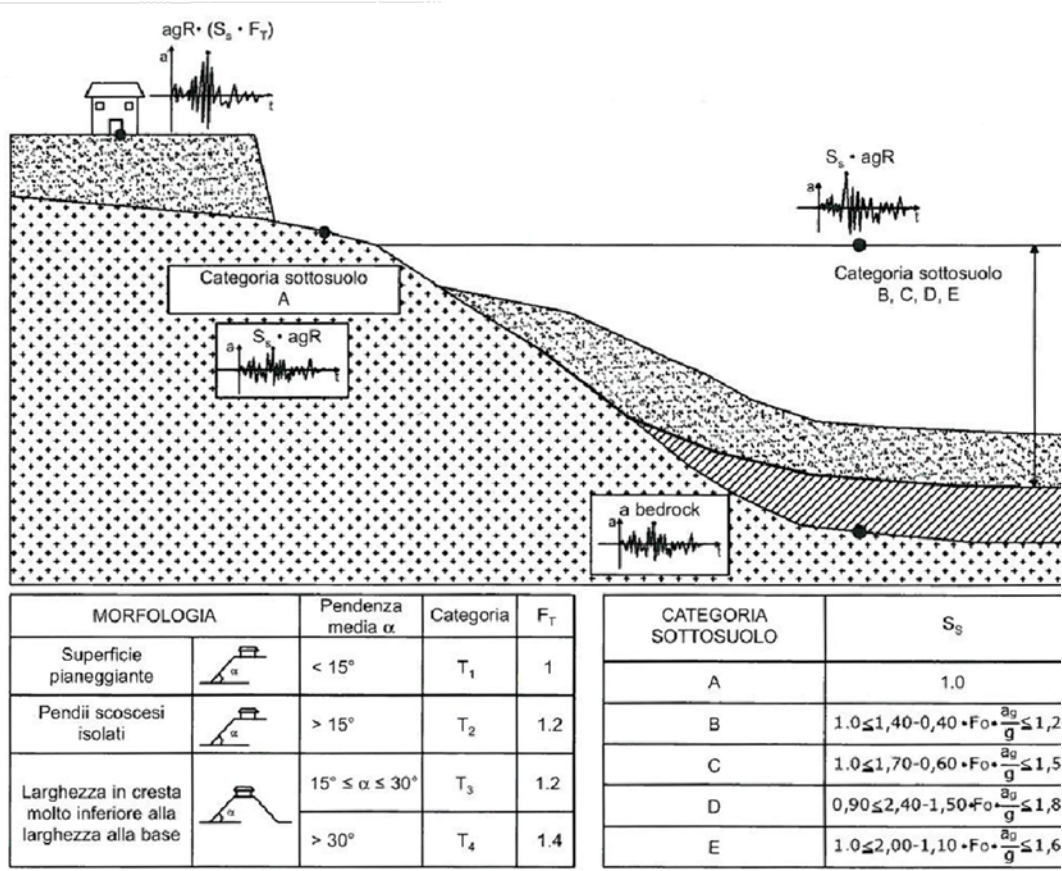


Stralcio della mappa di pericolosità sismica del Comune di Montalto Uffugo espressa in termini di a per un tempo di ritorno di 50 anni.

Scenari di pericolosità sismica locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi; in assenza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, attraverso la misura delle V_s . In particolare si valuta:

- **Effetti Stratigrafici** legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- **Effetti Topografici** legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.



Rappresentazione schematica del significato delle accelerazioni, delle classi di categoria di suolo e del fattore topografico (da Microsism - procedure automatiche di microzonazione sismica, Giulio Riga)

Effetti stratigrafici

L'amplificazione stratigrafica è attesa su suoli di categoria diversa da A, caratterizzati da $V_s < 800$ m/s e spessori $>$ di 3 metri. Qualsiasi tipologia di suolo (roccia o deposito quaternario) che possiede $V_s > 800$ m/s rientra, invece, nella categoria A ed è considerata bedrock sismico, quindi non in grado di generare amplificazione stratigrafica. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si individuano le seguenti categorie di sottosuolo:

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

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s può essere calcolato in funzione dei valori di F_0 e a_g/g , mediante le seguenti espressioni:

Categoria	S_s
A	1
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g/g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g/g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g/g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g/g \leq 1,60$

nelle quali:

- F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale; ha valore minimo pari a 2.2.
 a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno su sito di riferimento rigido orizzontale;
 g = accelerazione di gravità.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

Dove:

- h_i spessore 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.

In base alle prospezioni sismiche effettuate, e alla profondità del piano di posa delle fondazioni, è scaturito un valore di $V_{S,eq}$ (**H=30.00m**) pari a **508.56 (m/s)**, pertanto, il terreno interessato può essere classificato come di **Categoria B**.

Effetti topografici

La focalizzazione (o concentrazione) delle onde sismiche in corrispondenza di creste, cime o cigli di scarpata è il fenomeno che sta alla base della cosiddetta "amplificazione topografica". L'amplificazione topografica è massima in corrispondenza di linee di cresta/cigli di scarpata e poi decresce con modelli complessi allontanandoci da esse.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

a cui corrispondono i seguenti valori del coefficiente topografico:

Categoria	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Siti di riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	39225	39,451680	16,207360	2974,3
Sito 2	39226	39,450070	16,271980	4028,1
Sito 3	39448	39,400090	16,269880	4883,5
Sito 4	39447	39,401700	16,205290	4057,7

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,088	2,278	0,295
Danno (SLD)	63	75	0,115	2,296	0,320
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,320	2,453	0,388
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,422	2,492	0,421

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,400	1,000	0,021	0,011	1,034	0,200
SLD	1,200	1,380	1,000	0,033	0,017	1,350	0,240
SLV	1,090	1,330	1,000	0,098	0,049	3,416	0,280
SLC	1,000	1,310	1,000	0,422	0,211	4,135	1,000

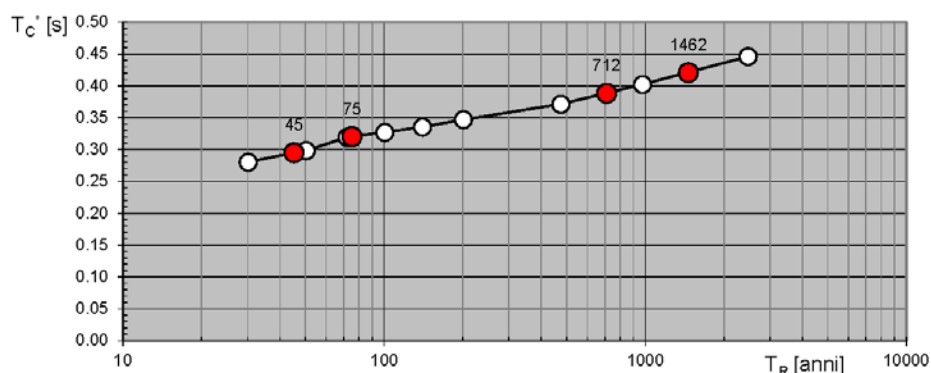
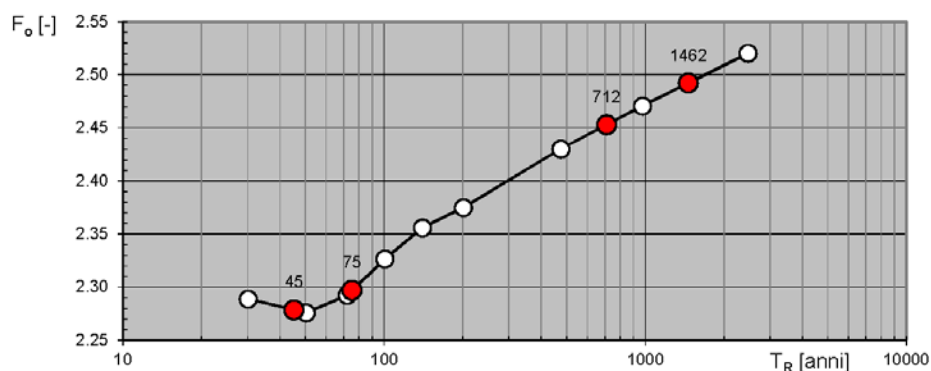
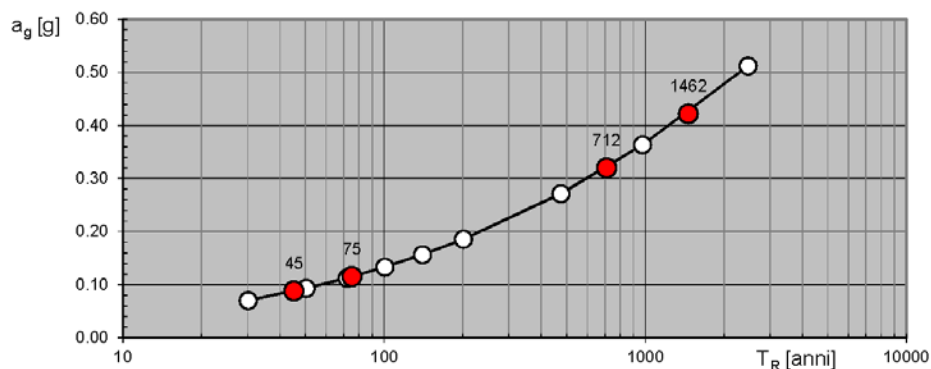
SPETTRI DI NORMATIVA

STATI LIMITE

SLO – SLD – SLV

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

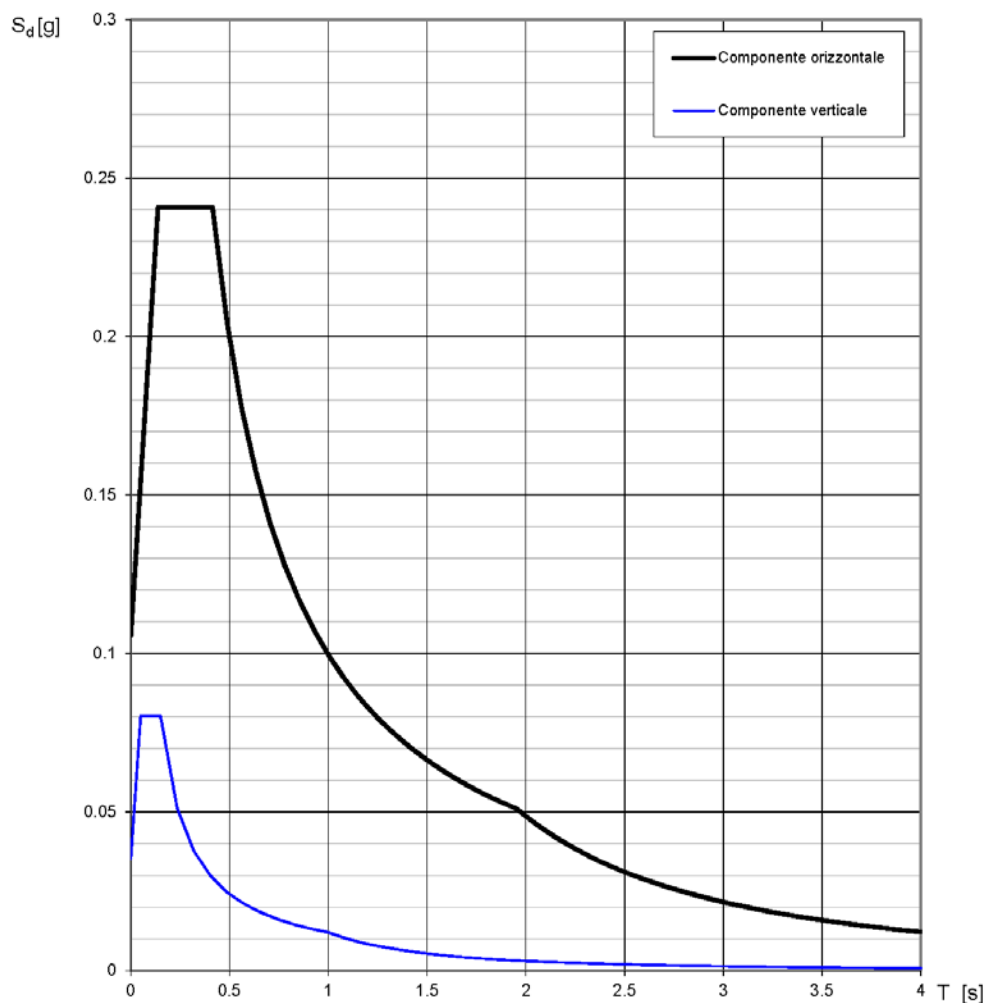
Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,088 g
F_o	2,278
T_c	0,295 s
S_s	1,200
C_c	1,404
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,138 s
T_c	0,414 s
T_D	1,952 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,106
$T_B \leftarrow$	0,138	0,241
$T_c \leftarrow$	0,414	0,241
	0,487	0,205
	0,560	0,178
	0,634	0,157
	0,707	0,141
	0,780	0,128
	0,853	0,117
	0,927	0,108
	1,000	0,100
	1,073	0,093
	1,146	0,087
	1,220	0,082
	1,293	0,077
	1,366	0,073
	1,439	0,069
	1,513	0,066
	1,586	0,063
	1,659	0,060
	1,732	0,058
	1,806	0,055
	1,879	0,053
$T_D \leftarrow$	1,952	
	2,050	0,046
	2,147	0,042
	2,245	0,039
	2,342	0,035
	2,440	0,033
	2,537	0,030
	2,635	0,028
	2,732	0,026
	2,830	0,024
	2,927	0,023
	3,025	0,021
	3,122	0,020
	3,220	0,019
	3,317	0,018
	3,415	0,017
	3,512	0,016
	3,610	0,015
	3,707	0,014
	3,805	0,013
	3,902	0,013
	4,000	0,012

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{qv}	0,035 g
S_s	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,913
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g_0} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

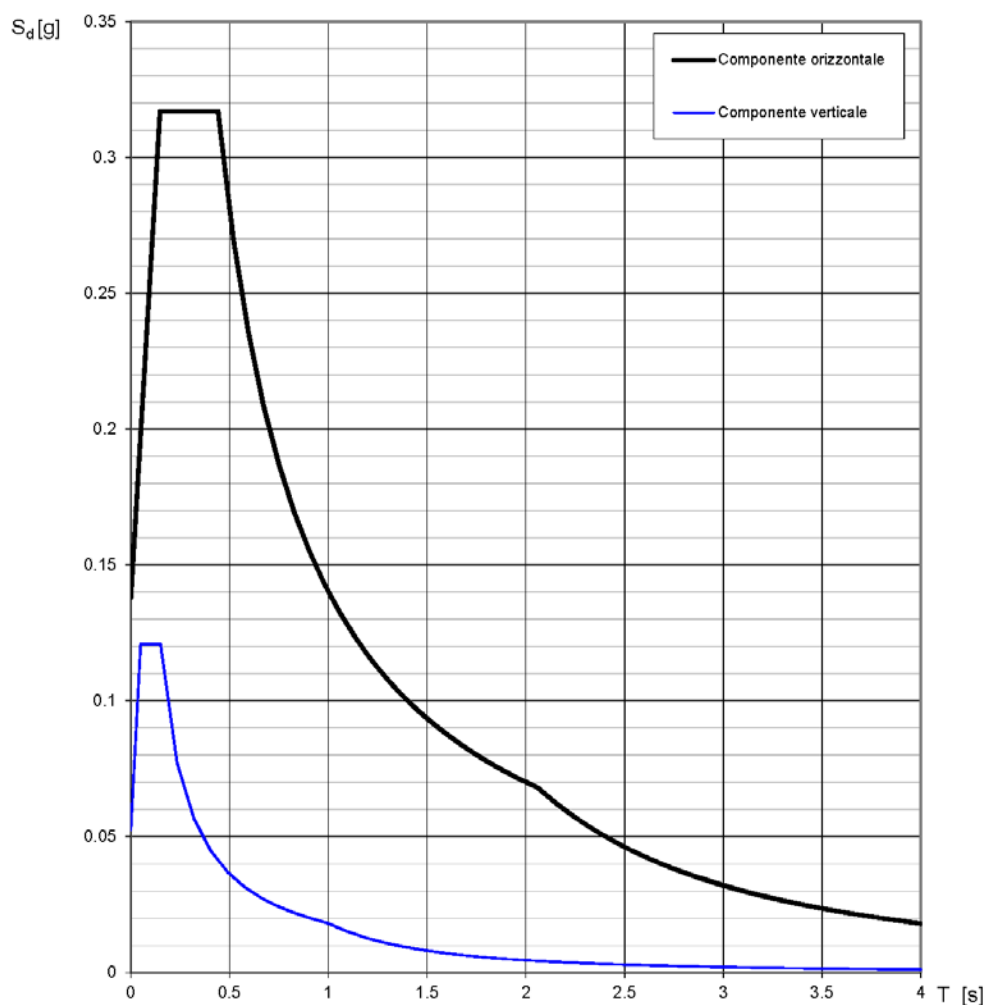
Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,035
$T_B \leftarrow$	0,050	0,080
$T_C \leftarrow$	0,150	0,080
	0,235	0,051
	0,320	0,038
	0,405	0,030
	0,490	0,025
	0,575	0,021
	0,660	0,018
	0,745	0,016
	0,830	0,015
	0,915	0,013
$T_D \leftarrow$	1,000	0,012
	1,094	0,010
	1,188	0,009
	1,281	0,007
	1,375	0,006
	1,469	0,006
	1,563	0,005
	1,656	0,004
	1,750	0,004
	1,844	0,004
	1,938	0,003
	2,031	0,003
	2,125	0,003
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,002
	2,688	0,002
	2,781	0,002
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,115 g
F_o	2,297
T_c	0,320 s
S_s	1,200
C_c	1,381
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,147 s
T_c	0,442 s
T_D	2,060 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,138
$T_B \leftarrow$	0,147	0,317
$T_c \leftarrow$	0,442	0,317
	0,519	0,270
	0,596	0,235
	0,673	0,208
	0,751	0,187
	0,828	0,169
	0,905	0,155
	0,982	0,143
	1,059	0,132
	1,136	0,123
	1,213	0,116
	1,290	0,109
	1,367	0,103
	1,444	0,097
	1,521	0,092
	1,598	0,088
	1,675	0,084
	1,752	0,080
	1,829	0,077
	1,906	0,074
	1,983	0,071
$T_D \leftarrow$	2,060	
	2,152	0,062
	2,245	0,057
	2,337	0,053
	2,430	0,049
	2,522	0,045
	2,614	0,042
	2,707	0,039
	2,799	0,037
	2,891	0,035
	2,984	0,032
	3,076	0,031
	3,169	0,029
	3,261	0,027
	3,353	0,026
	3,446	0,024
	3,538	0,023
	3,630	0,022
	3,723	0,021
	3,815	0,020
	3,908	0,019
	4,000	0,018

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,053 g
S_s	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,052
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g_0} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

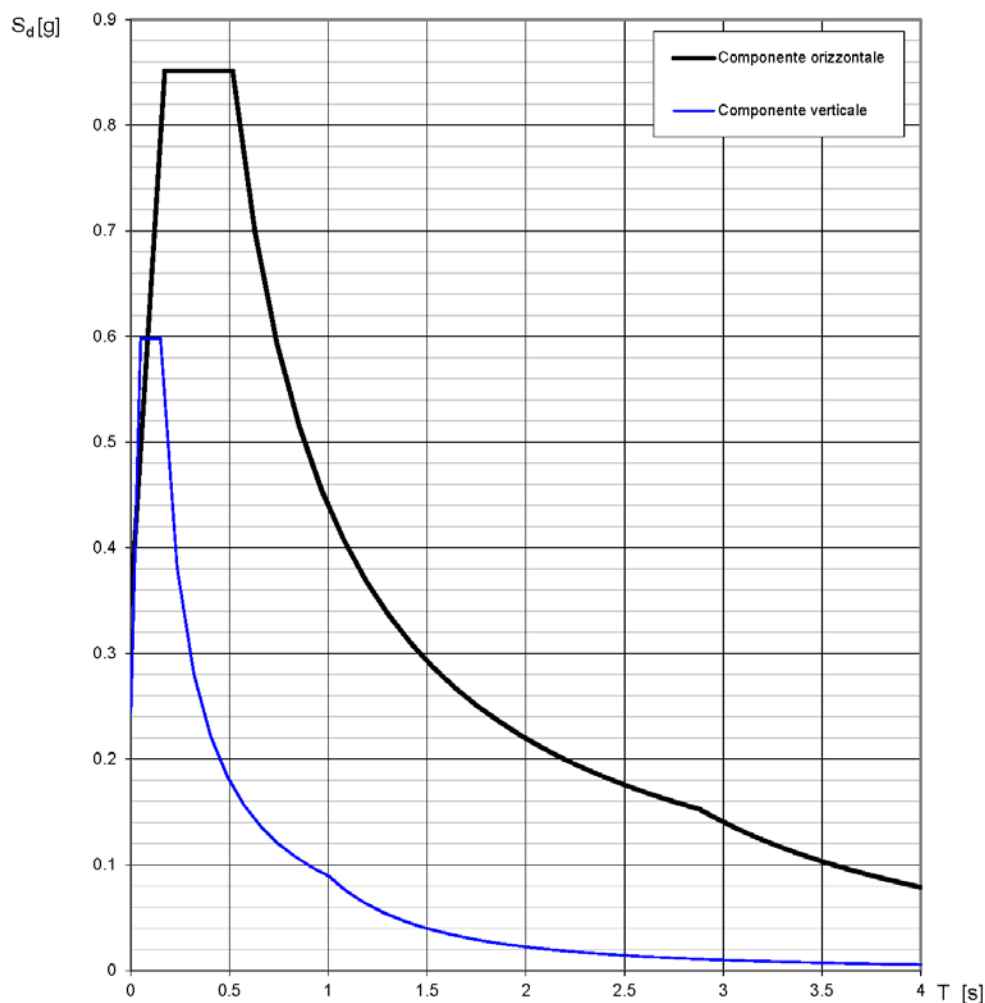
Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,053
$T_B \leftarrow$	0,050	0,121
$T_C \leftarrow$	0,150	0,121
	0,235	0,077
	0,320	0,057
	0,405	0,045
	0,490	0,037
	0,575	0,032
	0,660	0,027
	0,745	0,024
	0,830	0,022
	0,915	0,020
$T_D \leftarrow$	1,000	0,018
	1,094	0,015
	1,188	0,013
	1,281	0,011
	1,375	0,010
	1,469	0,008
	1,563	0,007
	1,656	0,007
	1,750	0,006
	1,844	0,005
	1,938	0,005
	2,031	0,004
	2,125	0,004
	2,219	0,004
	2,313	0,003
	2,406	0,003
	2,500	0,003
	2,594	0,003
	2,688	0,003
	2,781	0,002
	2,875	0,002
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,002
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,320 g
F_o	2,453
T_c	0,388 s
S_s	1,086
C_c	1,329
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,086
η	1,000
T_B	0,172 s
T_c	0,516 s
T_D	2,878 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,347
$T_B \leftarrow$	0,172	0,852
$T_c \leftarrow$	0,516	0,852
	0,628	0,699
	0,741	0,593
	0,853	0,515
	0,966	0,455
	1,078	0,407
	1,191	0,369
	1,303	0,337
	1,416	0,310
	1,528	0,287
	1,641	0,268
	1,753	0,251
	1,866	0,235
	1,978	0,222
	2,091	0,210
	2,203	0,199
	2,316	0,190
	2,428	0,181
	2,541	0,173
	2,653	0,166
	2,766	0,159
$T_D \leftarrow$	2,878	
	2,932	0,147
	2,985	0,142
	3,039	0,137
	3,092	0,132
	3,145	0,128
	3,199	0,124
	3,252	0,120
	3,306	0,116
	3,359	0,112
	3,412	0,109
	3,466	0,105
	3,519	0,102
	3,573	0,099
	3,626	0,096
	3,680	0,093
	3,733	0,091
	3,786	0,088
	3,840	0,086
	3,893	0,083
	3,947	0,081
	4,000	0,079

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0,244 g
S_s	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,872
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

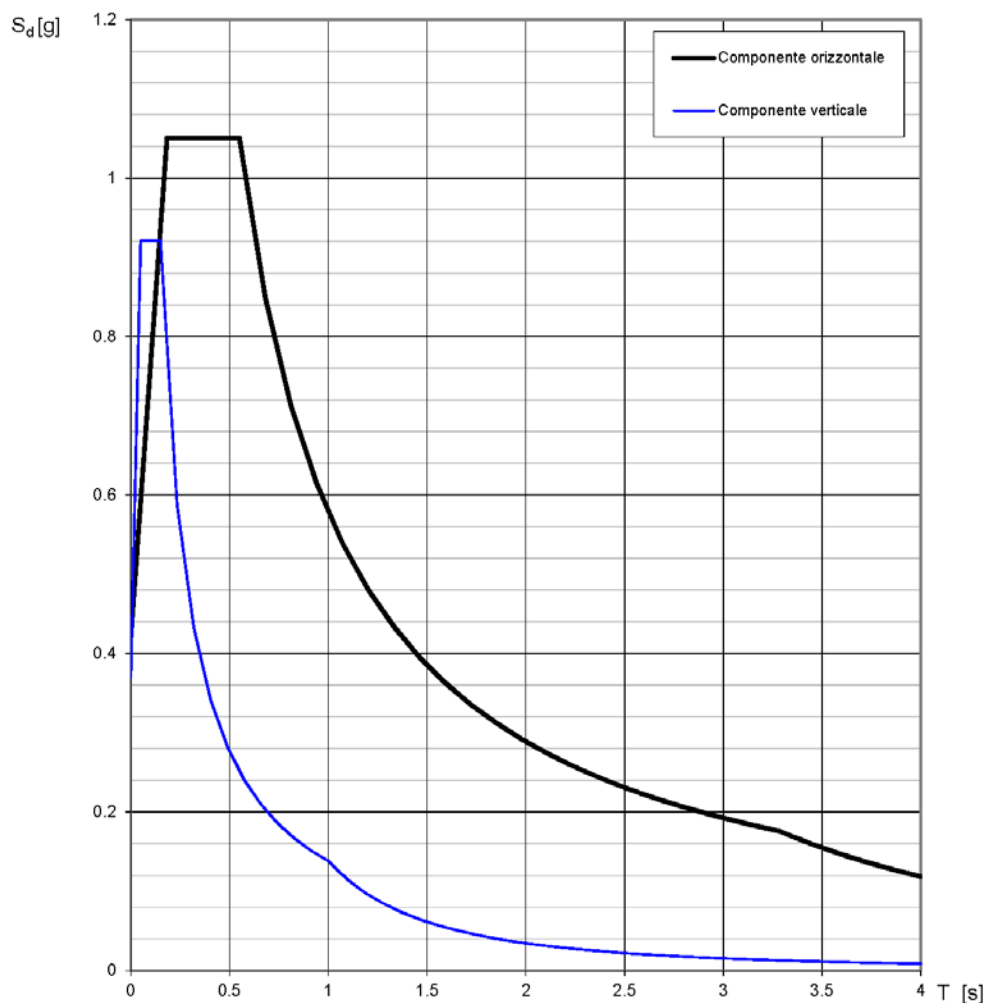
Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,244
$T_B \leftarrow$	0,050	0,598
$T_C \leftarrow$	0,150	0,598
	0,235	0,382
	0,320	0,280
	0,405	0,222
	0,490	0,183
	0,575	0,156
	0,660	0,136
	0,745	0,120
	0,830	0,108
	0,915	0,098
$T_D \leftarrow$	1,000	0,090
	1,094	0,075
	1,188	0,064
	1,281	0,055
	1,375	0,047
	1,469	0,042
	1,563	0,037
	1,656	0,033
	1,750	0,029
	1,844	0,026
	1,938	0,024
	2,031	0,022
	2,125	0,020
	2,219	0,018
	2,313	0,017
	2,406	0,015
	2,500	0,014
	2,594	0,013
	2,688	0,012
	2,781	0,012
	2,875	0,011
	2,969	0,010
	3,063	0,010
	3,156	0,009
	3,250	0,008
	3,344	0,008
	3,438	0,008
	3,531	0,007
	3,625	0,007
	3,719	0,006
	3,813	0,006
	3,906	0,006
	4,000	0,006

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC



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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0,422 g
F_o	2,492
T_c	0,421 s
S_s	1,000
C_c	1,308
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,000
η	1,000
T_B	0,183 s
T_c	0,550 s
T_D	3,287 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,422
$T_B \leftarrow$	0,183	1,051
$T_c \leftarrow$	0,550	1,051
	0,680	0,849
	0,811	0,713
	0,941	0,614
	1,071	0,540
	1,202	0,481
	1,332	0,434
	1,462	0,395
	1,593	0,363
	1,723	0,335
	1,853	0,312
	1,983	0,291
	2,114	0,273
	2,244	0,258
	2,374	0,243
	2,505	0,231
	2,635	0,219
	2,765	0,209
	2,896	0,200
	3,026	0,191
	3,156	0,183
$T_D \leftarrow$	3,287	
	3,321	0,172
	3,354	0,169
	3,388	0,165
	3,422	0,162
	3,456	0,159
	3,490	0,156
	3,524	0,153
	3,558	0,150
	3,592	0,147
	3,626	0,144
	3,660	0,142
	3,694	0,139
	3,728	0,137
	3,762	0,134
	3,796	0,132
	3,830	0,129
	3,864	0,127
	3,898	0,125
	3,932	0,123
	3,966	0,121
	4,000	0,119

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{gv}	0,370 g
S_s	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	2,184
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g_0} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,370
$T_B \leftarrow$	0,050	0,921
$T_C \leftarrow$	0,150	0,921
	0,235	0,588
	0,320	0,432
	0,405	0,341
	0,490	0,282
	0,575	0,240
	0,660	0,209
	0,745	0,185
	0,830	0,166
	0,915	0,151
$T_D \leftarrow$	1,000	0,138
	1,094	0,115
	1,188	0,098
	1,281	0,084
	1,375	0,073
	1,469	0,064
	1,563	0,057
	1,656	0,050
	1,750	0,045
	1,844	0,041
	1,938	0,037
	2,031	0,033
	2,125	0,031
	2,219	0,028
	2,313	0,026
	2,406	0,024
	2,500	0,022
	2,594	0,021
	2,688	0,019
	2,781	0,018
	2,875	0,017
	2,969	0,016
	3,063	0,015
	3,156	0,014
	3,250	0,013
	3,344	0,012
	3,438	0,012
	3,531	0,011
	3,625	0,011
	3,719	0,010
	3,813	0,010
	3,906	0,009
	4,000	0,009

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

ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Con la Risposta Sismica Locale (RSL) mediante analisi 1D si intende, in generale, valutare i cambiamenti che un'onda sismica subisce in termini di ampiezza e contenuto in frequenza, nel suo percorso dal basso verso l'alto nel passare da formazioni rocciose denominate bedrock (caratterizzate da velocità delle onde sismiche $V_s > 800\text{m/s}$) e poste in generale in profondità, fino alla superficie libera passando per strati con caratteristiche fisico-meccaniche differenti. Tale fenomeno è sicuramente influenzato:

- ✓ dalle caratteristiche del moto sismico in corrispondenza del bedrock;
- ✓ dalla geometria e profondità del bedrock;
- ✓ dalla presenza o meno di terreni con caratteristiche fisico-meccaniche diverse tra il bedrock e la superficie.

L'insieme dei fattori sopra menzionati, pertanto, condiziona in superficie il moto del suolo che può essere soggetto ad impulsi di ampiezza, ad esempio, maggiori di quelli che partono dal bedrock e/o caratterizzati da componenti in frequenza parzialmente diverse. In particolare, può succedere che alcune delle frequenze che costituiscono il moto sismico in superficie possano risultare moderatamente o consistentemente amplificate, mentre altre possono invece risultare attenuate.

A seguito di terremoti distruttivi, è infatti frequente osservare distribuzioni anomale del danneggiamento alle costruzioni, con forti differenziazioni fra zone contigue anche di piccole dimensioni.

Tali anomalie devono essere messe in relazione con una varietà di cause, anche concomitanti, tra cui la differente vulnerabilità intrinseca delle costruzioni e le diversità delle caratteristiche dinamiche medie delle tipologie edilizie prevalenti. Spesso accade che a causare le anomalie siano principalmente le modificazioni delle caratteristiche del moto al suolo, indotte, come già detto, da condizioni geologiche e geomorfologiche locali.

La Risposta Sismica Locale è, quindi, il risultato di interazioni molto complesse tra le onde sismiche e le condizioni locali, cioè l'insieme delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche di depositi di terreno ed ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Essa rappresenta un elemento importante e, spesso, fondamentale nella caratterizzazione del moto sismico.

Negli anni sono state elaborate ed affinate numerose tecniche per l'analisi della Risposta Sismica Locale, diverse tra loro a seconda delle modalità di rappresentazione del problema e degli elementi di complessità introdotti al fine di rendere lo schema ideale e rappresentato col modello il più vicino possibile alla situazione reale. Ovviamente, non esiste un modello universalmente valido ed applicabile in tutte le situazioni, bensì una soluzione, ogni volta

diversa, da adattare al caso in esame. Tali modelli si raggruppano in varie categorie e principalmente in funzione della dimensionalità con cui rappresentano la situazione reale; potranno, quindi, essere delineati modelli monodimensionali, bidimensionali e tridimensionali.

L'analisi numerica utilizzata nel presente lavoro per la valutazione della risposta di sito, sarà del tipo monodimensionale, semplificazione in ogni caso accettabile in quanto il sito ricade nella categoria topografica T1; infatti secondo quanto riportato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (NTC18) gli effetti topografici possono essere trascurati (NTC18, paragrafo 7.11.3.3) nell'analisi di risposta sismica locale oggetto del presente studio.

Trattandosi di un'analisi monodimensionale, è stato considerato quindi uno schema di terreno uniforme e stratificato orizzontale, delimitato dal piano campagna orizzontale e poggiante su substrato rigido anch'esso orizzontale.

Al fine di realizzare la suddetta analisi, è quindi necessario:

- acquisire un segnale sismico di input mediante accelerogrammi, possibilmente reali, dell'area in studio o comunque spettro-compatibili;
- definire una stratigrafia corredata di parametri fisico-meccanici almeno fino a quello che può essere considerato un bedrock;
- definire la funzione di trasferimento e di amplificazione del segnale dal bedrock alla superficie e calcolare il nuovo segnale che tenga conto delle “modificazioni” indotte dalla stratigrafia.

La prima fase di acquisizione è stata realizzata attraverso l'apposito software gratuito REXEL, mentre per le elaborazioni per la definizione delle funzioni di trasferimento ed amplificazione e degli output accelerometrici e di spettro, è stato utilizzato il software “RSL III” fornito dalla GeoStru.

I dati di input necessari per una valutazione quantitativa del verificarsi di amplificazioni nell'onda sismica incidente sul sito in oggetto, saranno i seguenti:

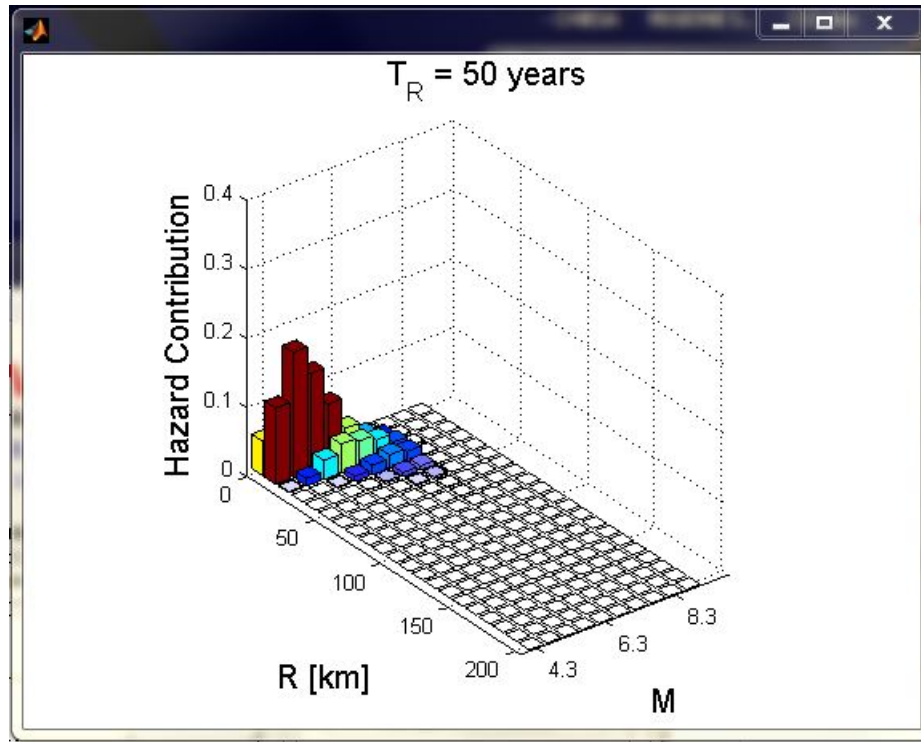
- n° 7 accelerogrammi spettro-compatibili.
- dati stratigrafico geotecnici dei terreni costituenti il sottosuolo.

Per la modellazione sismica sono stati utilizzati i parametri geo-meccanici e sismici ricavati durante la campagna di indagini geognostiche, eseguita per la caratterizzazione geotecnica e geofisica del terreno di fondazione.

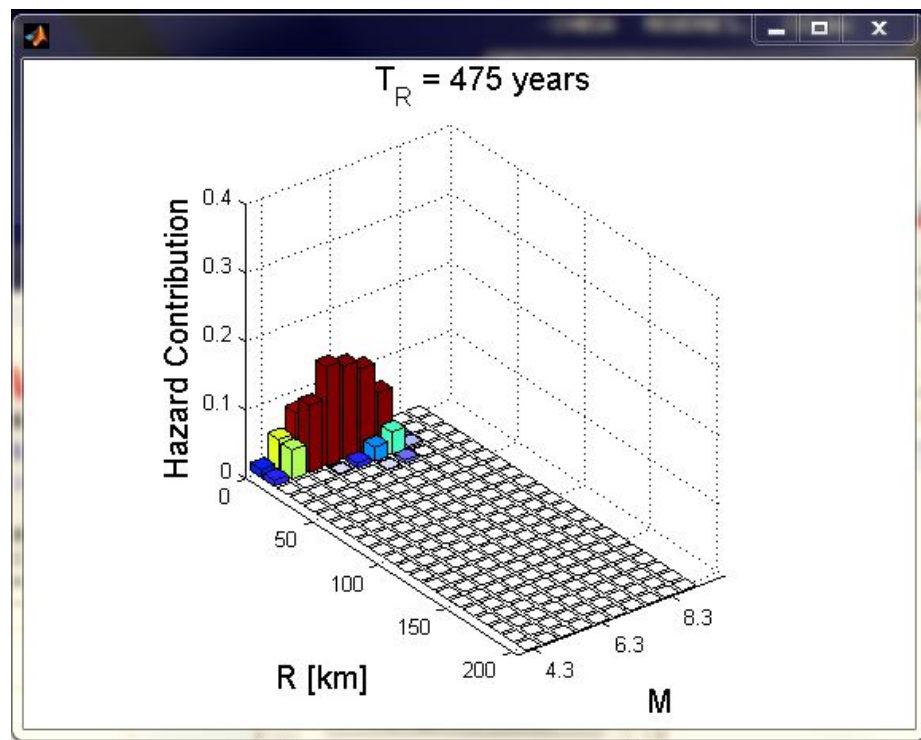
Gli accelerogrammi si riferiscono ad eventi sismici reali e spettro-compatibili con momento sismico M compreso tra 4.0 e 7.5 e distanze epicentrali comprese tra 0 e 50 Km. La selezione è, inoltre, avvenuta, ai sensi del D.M. 17/01/2018, impostando come stati limite di riferimento SLO, SLD e SLV, come classe d'uso la III, ed una vita nominale dell'edificio di 50 anni.

Come target della ricerca è stato utilizzato lo spettro di normativa al substrato sismico, considerando, quindi, una categoria di sottosuolo di tipo A. E' stata poi operata la disaggregazione degli eventi sismici che hanno contribuito alla definizione della pericolosità sismica del sito di progetto in termini di magnitudo e distanza epicentrale.

SLO e SLD (a)



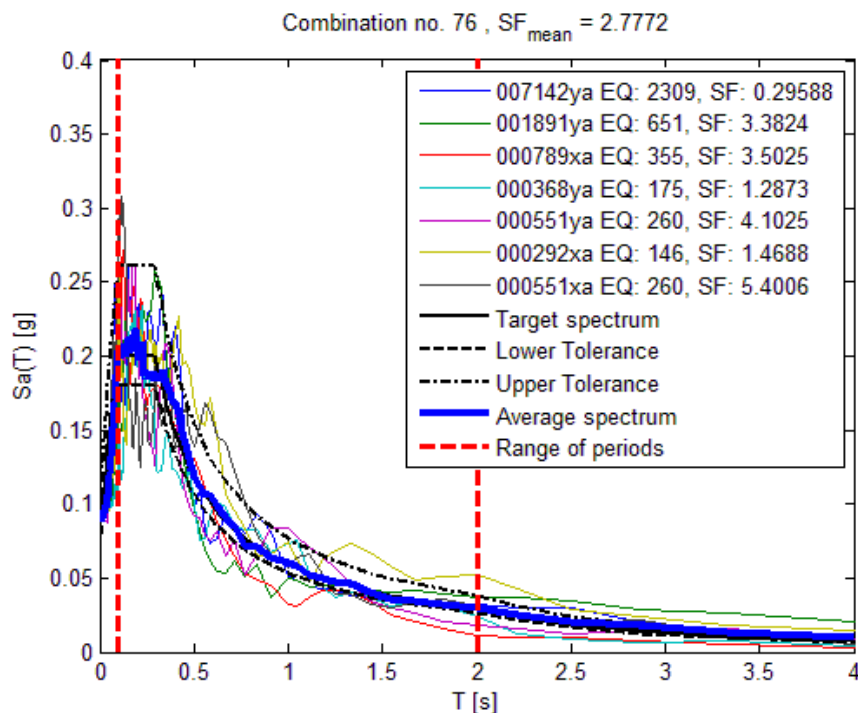
SLV (b)



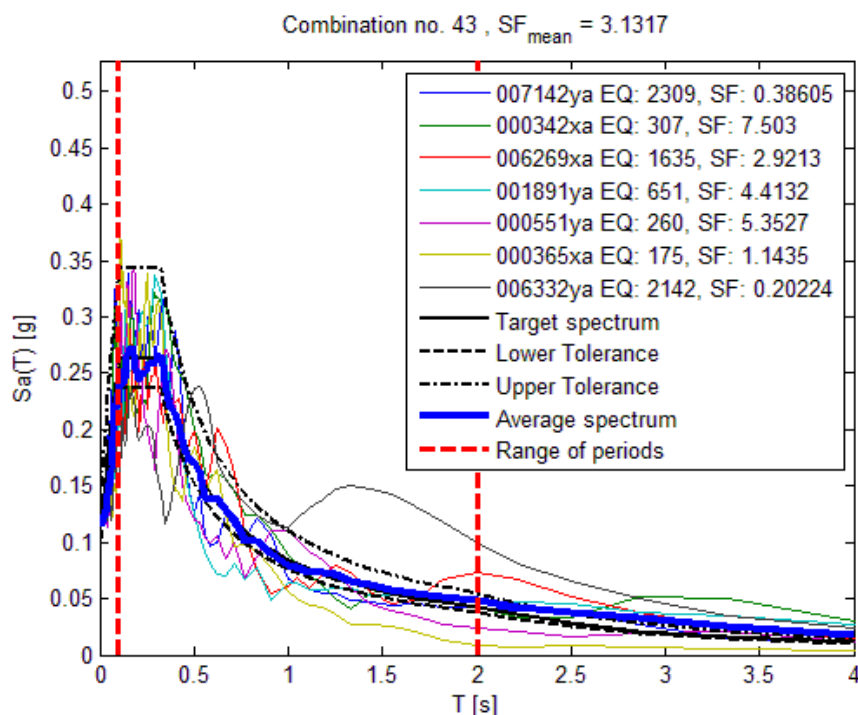
Disaggregazione degli eventi sismici, in base agli SLO e SLD (a), allo SLV(b) che contribuiscono alla definizione della pericolosità sismica del sito di progetto in termini di magnitudo e distanza epicentrale

La ricerca è stata eseguita, quindi, utilizzando tali parametri con una tolleranza sul target spectrum del 30% verso l'alto e del 10% verso il basso. Nella ricerca si è, inoltre, optato di scalare l'intensità, favorendo la similarità della forma spettrale. Sono stati così estratti 7 accelerogrammi rientrati nei margini di tolleranza prefissati, i cui spettri sono messi a confronto con il target spectrum nei grafici di seguito allegati.

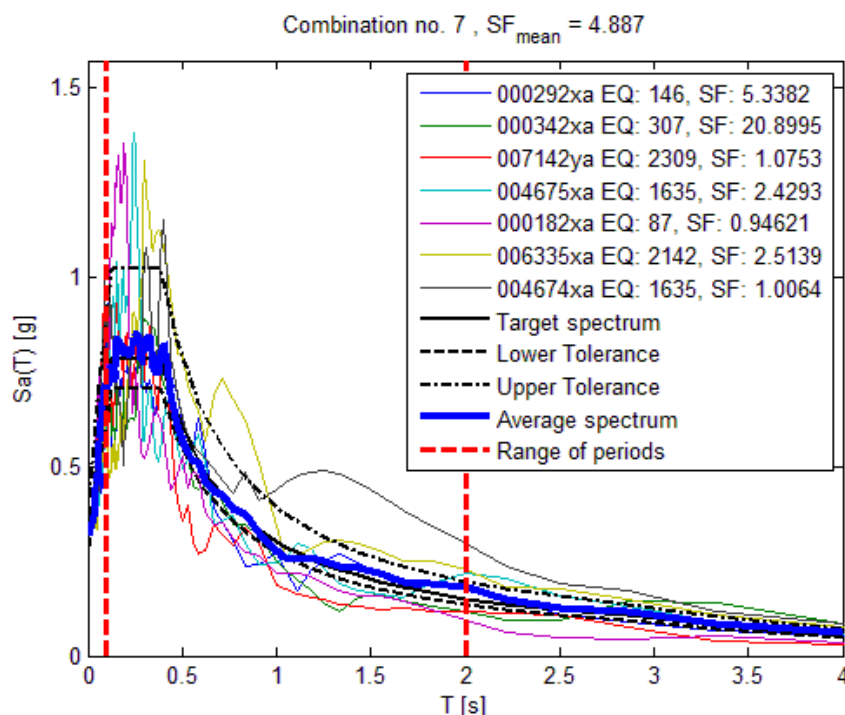
SLO (a)



SLD (b)



SLV (c)



Set dei 7 accelerogrammi reali determinati tramite Rexel, a confronto con i vari target spectrum degli stati limite di esercizio (a e b) ed ultimo-SLV (c) considerati.

Gli accelerogrammi di questi eventi sono stati successivamente “scalati” in termini di accelerazione di base per gli stati limite SLO, SLD e SLV ed applicati al substrato sismico locale, per come risultato nelle indagini eseguite nel sito di progetto, soprattutto in relazione alla stratigrafia sismica desunta mediante le indagini MASW.

Si vuole ad ogni modo mettere in evidenza il fatto che l'indagine sismica eseguita non ha indicato chiaramente la presenza di un bedrock sismico per come indicato dalle NTC 2018 ($V_s > 800$ m/sec), fino alla profondità dei 30-35 metri investigati. Tuttavia, esaminando attentamente l'andamento della prova MASW verso maggiori profondità, è possibile ipotizzare cautelativamente la presenza di terreni con velocità trasversali di 800 m/s a partire da circa 55 metri di profondità e di ipotizzare di conseguenza la presenza del bedrock sismico, per come effettuato in sede di calcolo tramite il software RSL III.

Per quanto concerne i parametri meccanici dinamici, in particolare il variare del damping e del modulo di taglio con la deformazione, non disponendo di misure dinamiche di laboratorio, si è effettuata una ricerca in letteratura a partire dalle litologie presenti e tramite le varie opzioni messe a disposizione dal software GeoStru RSL III. Nei calcoli della risposta sismica di sito, quindi, sono stati applicati gli accelerogrammi individuati con Rexel al tetto del substrato, e si è calcolato come l'azione sismica sia stata modificata nel percorso compreso tra esso e la superficie del suolo

CALCOLO DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

INTRODUZIONE

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

1. peso per unità di volume;
2. velocità di propagazione delle onde di taglio;
3. coefficiente di spinta laterale;
4. modulo di taglio iniziale (opzionale);
5. spessore;
6. indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

- Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
 - Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - Stima della funzione di trasferimento;
 - Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;
- Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
- Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile “trasferire” l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M-1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che

ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione

delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z)^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa della variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z, t) = Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \quad (7)$$

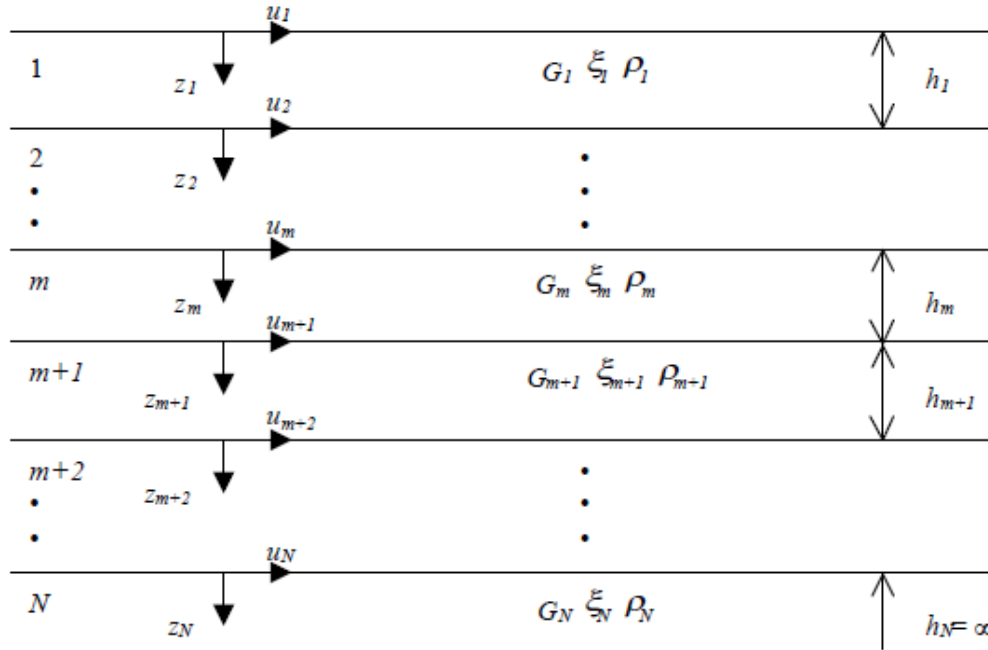


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* \left[Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \right] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^* z} - F e^{-ik^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

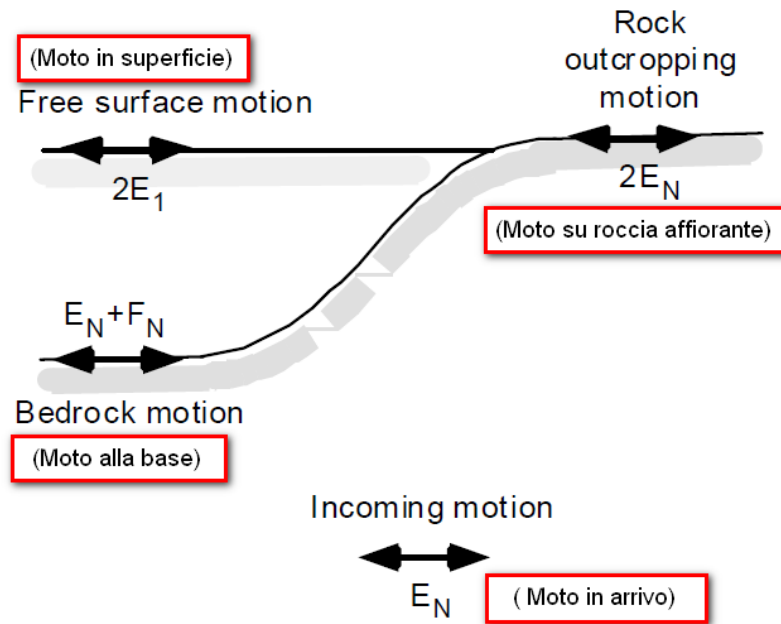


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

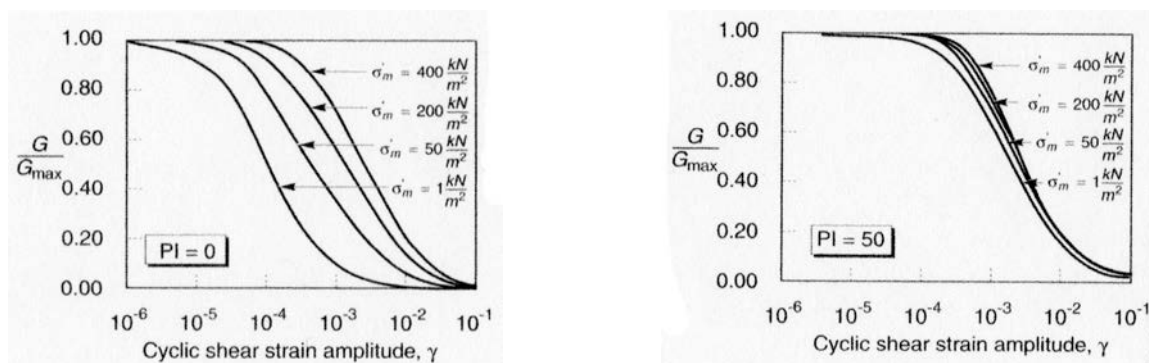


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.3})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

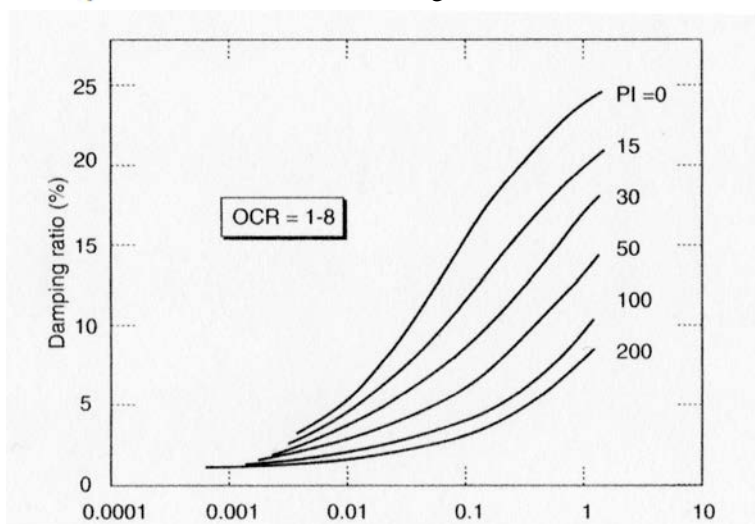


Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

Dati generali

Coordinate WGS84

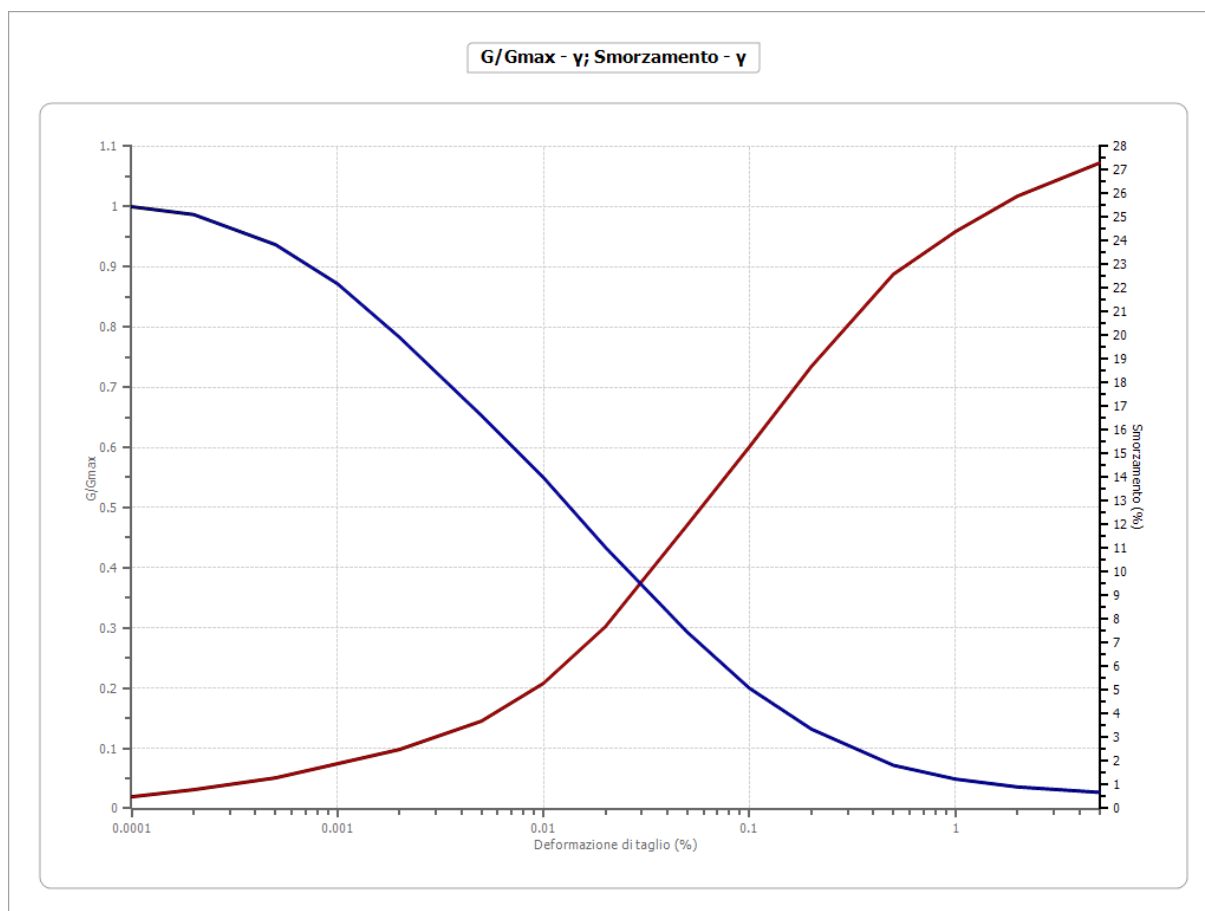
Latitudine 39.431224[°]

Longitudine 16.230339[°]

Terreni

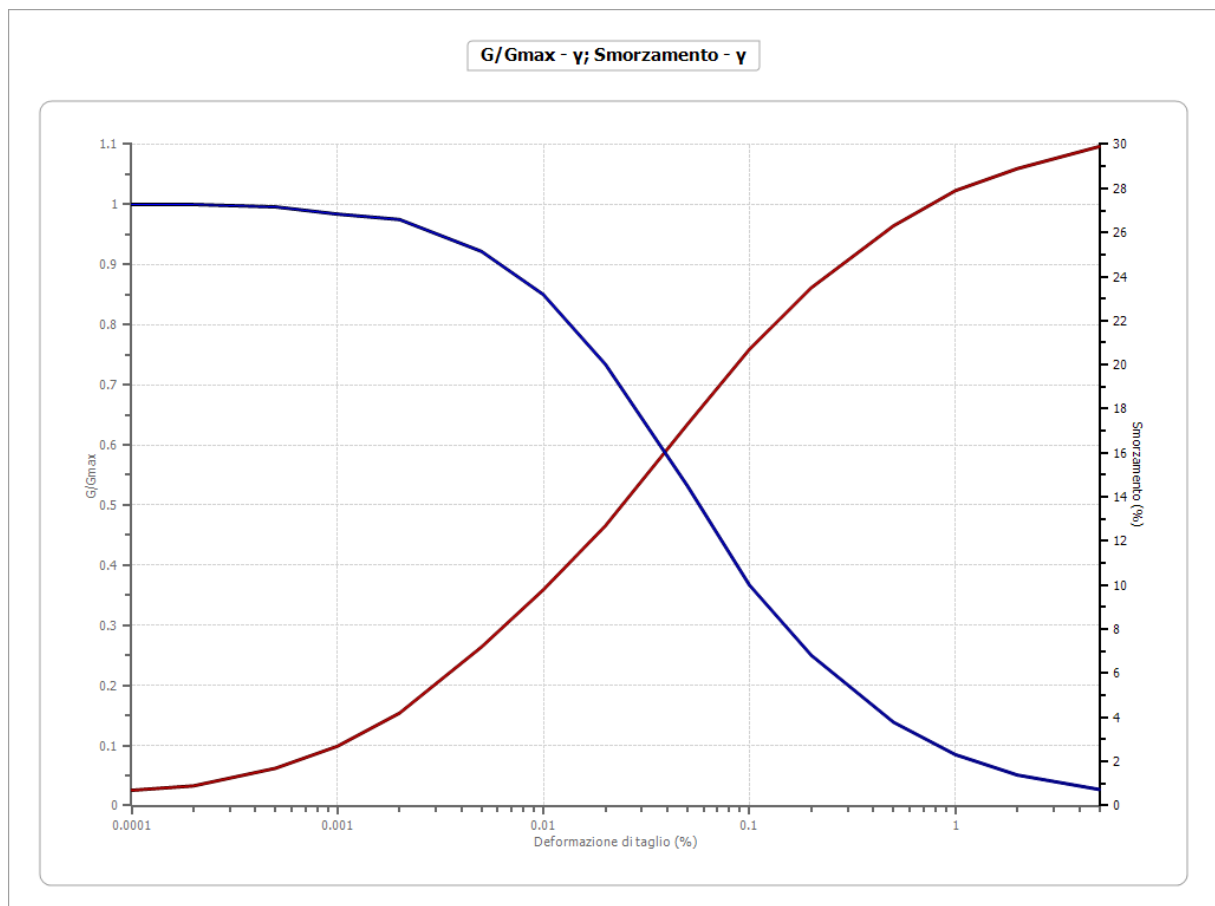
Seed et al. (1986) Gravel

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.987	0.0002	0.800
0.0005	0.937	0.0005	1.300
0.001	0.872	0.001	1.900
0.002	0.783	0.002	2.500
0.005	0.653	0.005	3.700
0.010	0.550	0.010	5.300
0.020	0.434	0.020	7.700
0.050	0.293	0.050	12.000
0.100	0.200	0.100	15.300
0.200	0.132	0.200	18.700
0.500	0.072	0.500	22.600
1.000	0.049	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.027	5.000	27.300



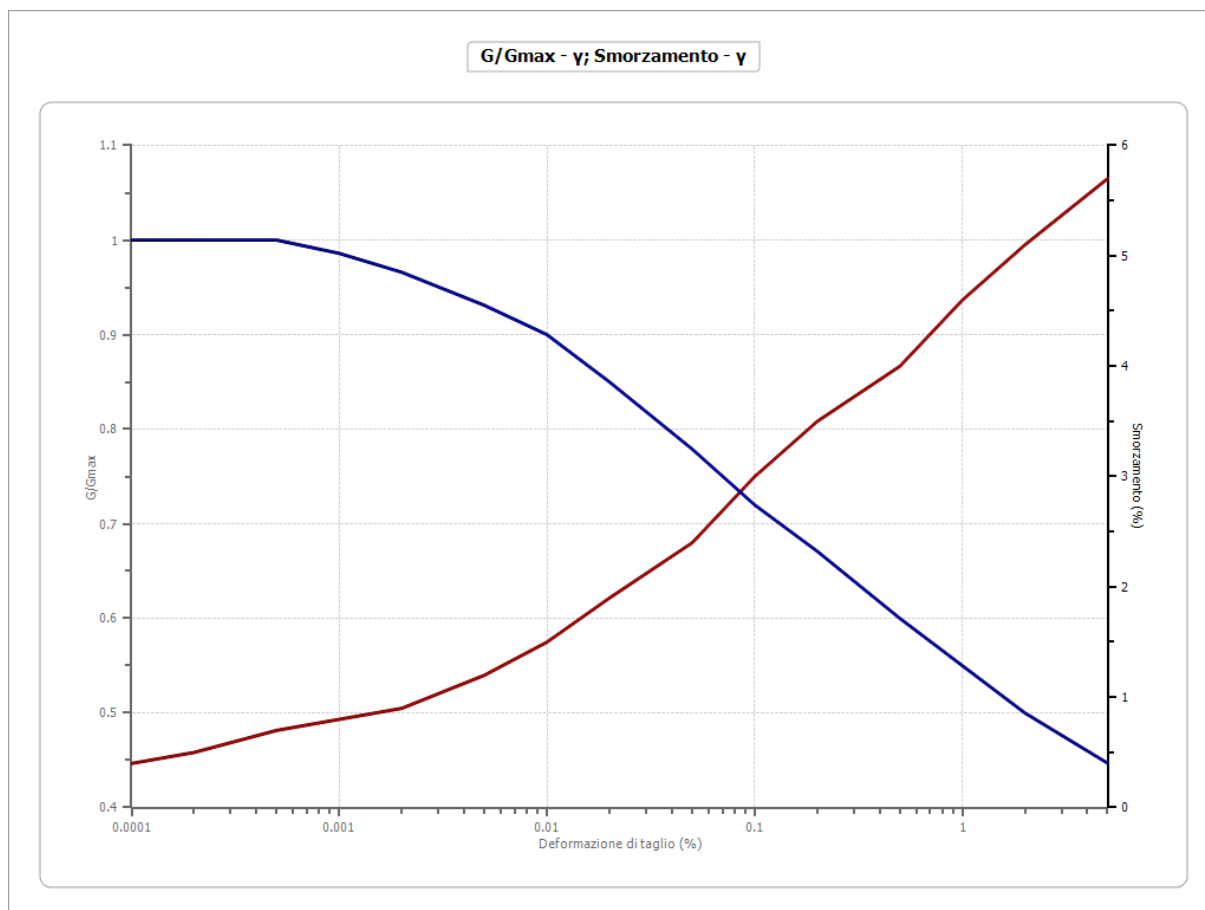
Seed et al. (1986) Sand - Upper Bound

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.700
0.0002	1.000	0.0002	0.900
0.0005	0.996	0.0005	1.700
0.001	0.984	0.001	2.700
0.002	0.975	0.002	4.200
0.005	0.922	0.005	7.200
0.010	0.850	0.010	9.800
0.020	0.734	0.020	12.700
0.050	0.532	0.050	17.300
0.100	0.367	0.100	20.700
0.200	0.250	0.200	23.500
0.500	0.139	0.500	26.300
1.000	0.085	1.000	27.900
2.000	0.051	2.000	28.900
5.000	0.027	5.000	29.900



Idriss (1990) Rock

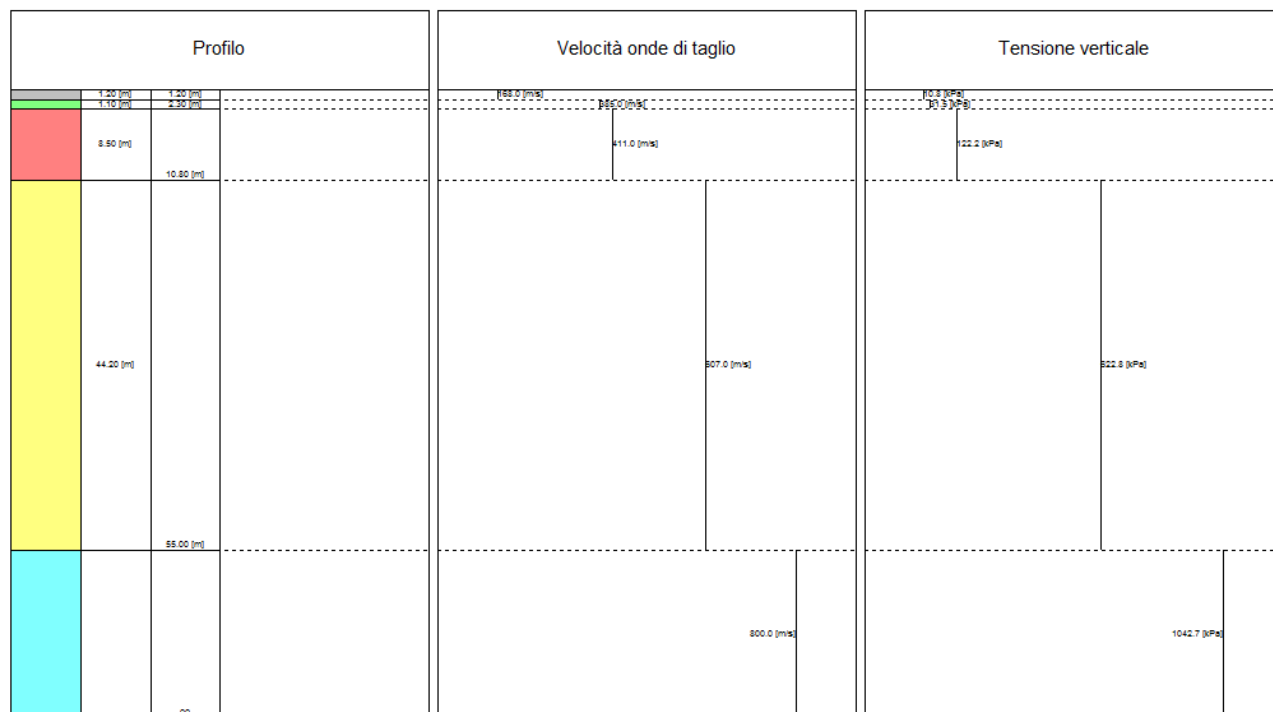
Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.400
0.0002	1.000	0.0002	0.500
0.0005	1.000	0.0005	0.700
0.001	0.986	0.001	0.800
0.002	0.966	0.002	0.900
0.005	0.931	0.005	1.200
0.010	0.900	0.010	1.500
0.020	0.850	0.020	1.900
0.050	0.779	0.050	2.400
0.100	0.720	0.100	3.000
0.200	0.671	0.200	3.500
0.500	0.600	0.500	4.000
1.000	0.550	1.000	4.600
2.000	0.500	2.000	5.100
5.000	0.447	5.000	5.700



Stratigrafia

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Numero sottostrati	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	--	1.2	Seed et al. (1986) Sand - Upper Bound	0	51.79	--	18.0	168.0	10.8
2	1.2	1.1	Seed et al. (1986) Sand - Upper Bound	0	271.97	--	18.0	385.0	31.5
3	2.3	8.5	Seed et al. (1986) Gravel	0	327.17	--	19.0	411.0	122.2
4	10.8	44.2	Seed et al. (1986) Gravel	0	713.61	--	19.0	607.0	622.8
5	oo	--	Idriss (1990) Rock	0	1435.27	--	22.0	800.0	1042.7

Strato rilevamento accelerogramma: 5 Affiorante



Elaborazione Analisi per lo stato limite SLO

Elaborazione

Numero di iterazioni 50
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 7.45 E-05

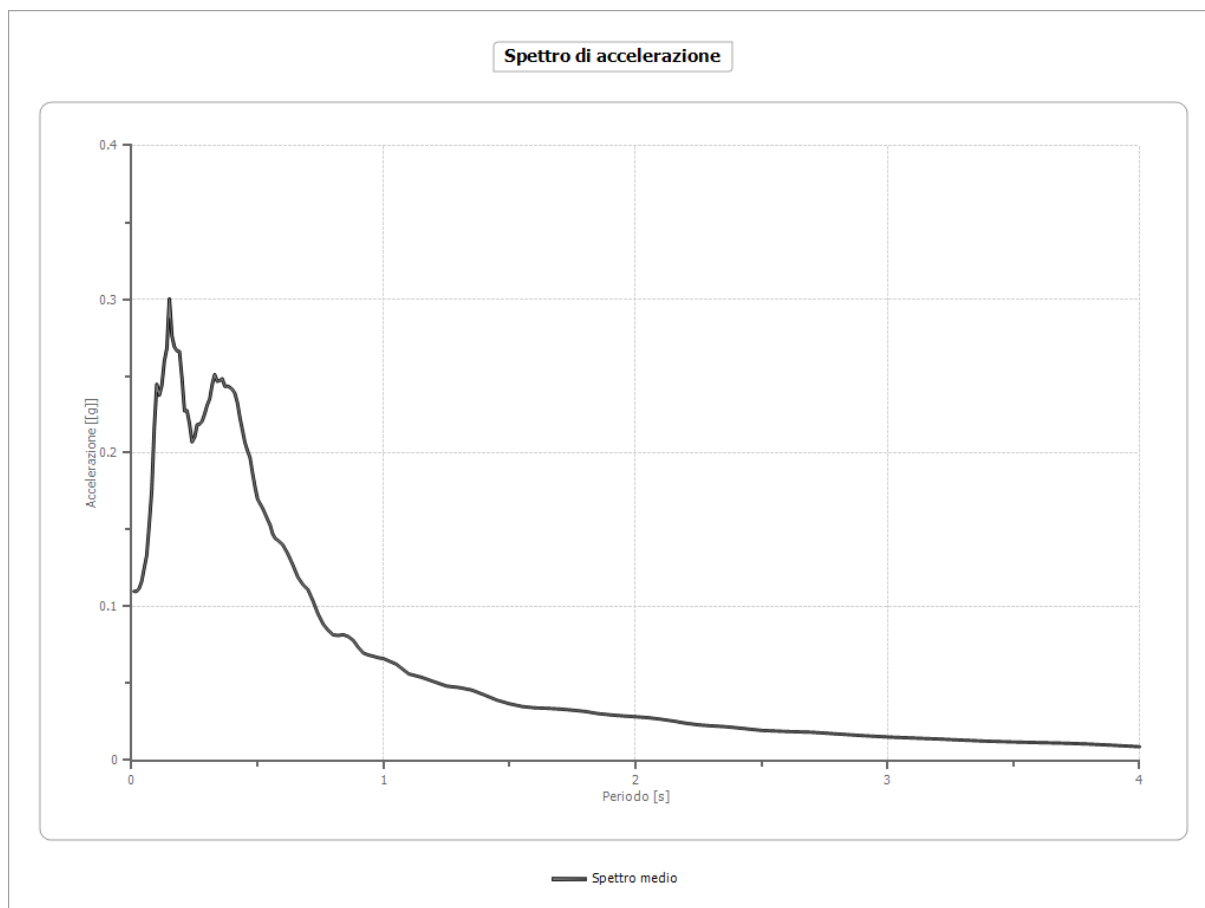
Fattori di amplificazione

Tai	0.190 [s]
Tvi	0.410 [s]
Tao	0.150 [s]
Tvo	0.430 [s]
Sami	1.788 [m/s ²]
Svmi	0.093 [m/s]
Samo	2.435 [m/s ²]
Svmo	0.146 [m/s]
Fa	1.362 [-]
Fv	1.562 [-]
TB	0.136 [s]
TC	0.327 [s]
TD	1.952 [s]
SA(0)	0.132 [g]
SA(TB)	0.300 [g]

Spettro medio

Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]
0.01	0.1099	0.27	0.2188	0.53	0.1604	1.00	0.0662	2.30	0.0225
0.02	0.1099	0.28	0.2207	0.54	0.1565	1.05	0.0626	2.35	0.0220
0.03	0.1119	0.29	0.2254	0.55	0.1531	1.10	0.0562	2.40	0.0212
0.04	0.1163	0.30	0.2311	0.56	0.1472	1.15	0.0541	2.50	0.0195
0.05	0.1249	0.31	0.2352	0.57	0.1444	1.20	0.0511	2.60	0.0188
0.06	0.1332	0.32	0.2445	0.58	0.1432	1.25	0.0483	2.70	0.0183
0.07	0.1533	0.33	0.2510	0.60	0.1402	1.30	0.0474	2.80	0.0172
0.08	0.1754	0.34	0.2466	0.62	0.1344	1.35	0.0457	2.90	0.0161
0.09	0.2159	0.35	0.2471	0.64	0.1272	1.40	0.0425	3.00	0.0152
0.10	0.2447	0.36	0.2483	0.66	0.1192	1.45	0.0391	3.10	0.0145
0.11	0.2375	0.37	0.2434	0.68	0.1144	1.50	0.0368	3.20	0.0139
0.12	0.2439	0.38	0.2435	0.70	0.1110	1.55	0.0350	3.30	0.0131
0.13	0.2597	0.39	0.2427	0.72	0.1037	1.60	0.0342	3.40	0.0124
0.14	0.2681	0.40	0.2412	0.74	0.0952	1.65	0.0338	3.50	0.0119
0.15	0.3002	0.41	0.2388	0.76	0.0887	1.70	0.0334	3.60	0.0115
0.16	0.2764	0.42	0.2326	0.78	0.0846	1.75	0.0326	3.70	0.0111
0.17	0.2690	0.43	0.2229	0.80	0.0816	1.80	0.0318	3.80	0.0106
0.18	0.2665	0.44	0.2147	0.82	0.0813	1.85	0.0304	3.90	0.0097
0.19	0.2659	0.45	0.2067	0.84	0.0818	1.90	0.0295	4.00	0.0089

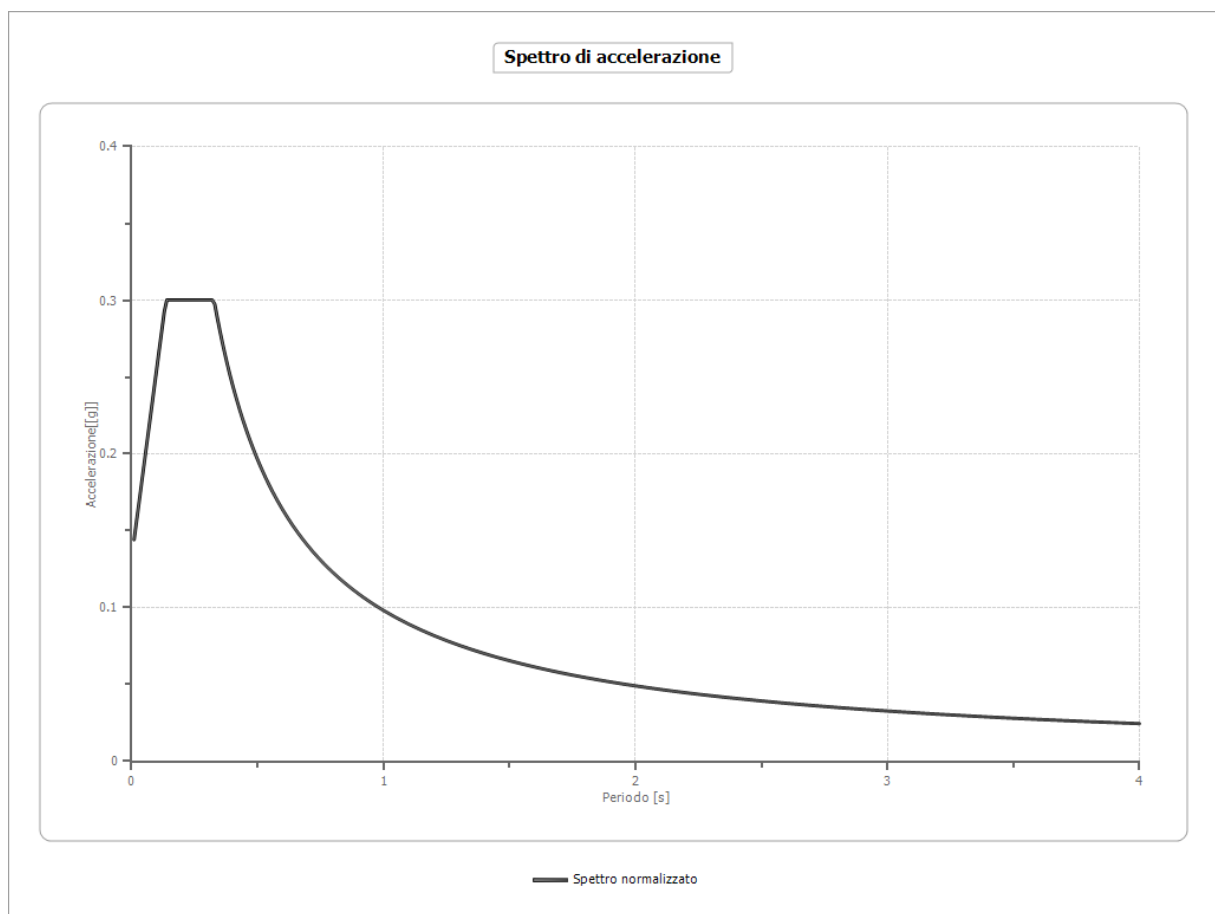
0.20	0.2486	0.46	0.2015	0.86	0.0805	1.95	0.0289		
0.21	0.2273	0.47	0.1969	0.88	0.0780	2.00	0.0284		
0.22	0.2275	0.48	0.1870	0.90	0.0734	2.05	0.0277		
0.23	0.2189	0.49	0.1778	0.92	0.0698	2.10	0.0267		
0.24	0.2071	0.50	0.1700	0.94	0.0685	2.15	0.0255		
0.25	0.2101	0.51	0.1669	0.96	0.0677	2.20	0.0241		
0.26	0.2184	0.52	0.1641	0.98	0.0667	2.25	0.0231		



Spettro normalizzato

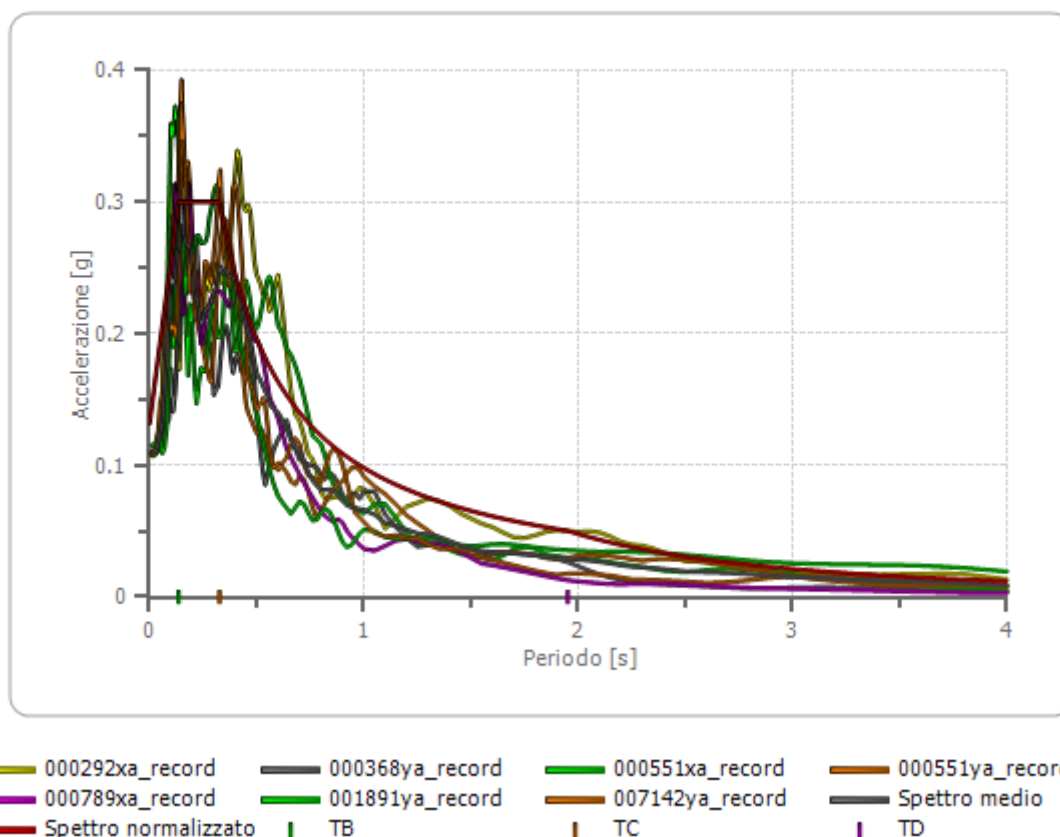
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.1442	0.27	0.3002	0.53	0.1852	1.00	0.0982	2.30	0.0427
0.02	0.1565	0.28	0.3002	0.54	0.1818	1.05	0.0935	2.35	0.0418
0.03	0.1689	0.29	0.3002	0.55	0.1785	1.10	0.0892	2.40	0.0409
0.04	0.1813	0.30	0.3002	0.56	0.1753	1.15	0.0854	2.50	0.0393
0.05	0.1937	0.31	0.3002	0.57	0.1722	1.20	0.0818	2.60	0.0378
0.06	0.2061	0.32	0.3002	0.58	0.1692	1.25	0.0785	2.70	0.0364
0.07	0.2185	0.33	0.2975	0.60	0.1636	1.30	0.0755	2.80	0.0351
0.08	0.2308	0.34	0.2887	0.62	0.1583	1.35	0.0727	2.90	0.0338
0.09	0.2432	0.35	0.2805	0.64	0.1534	1.40	0.0701	3.00	0.0327
0.10	0.2556	0.36	0.2727	0.66	0.1487	1.45	0.0677	3.10	0.0317
0.11	0.2680	0.37	0.2653	0.68	0.1444	1.50	0.0654	3.20	0.0307
0.12	0.2804	0.38	0.2583	0.70	0.1402	1.55	0.0633	3.30	0.0297
0.13	0.2928	0.39	0.2517	0.72	0.1363	1.60	0.0613	3.40	0.0289

0.14	0.3002	0.40	0.2454	0.74	0.1326	1.65	0.0595	3.50	0.0280
0.15	0.3002	0.41	0.2394	0.76	0.1292	1.70	0.0577	3.60	0.0273
0.16	0.3002	0.42	0.2337	0.78	0.1258	1.75	0.0561	3.70	0.0265
0.17	0.3002	0.43	0.2283	0.80	0.1227	1.80	0.0545	3.80	0.0258
0.18	0.3002	0.44	0.2231	0.82	0.1197	1.85	0.0531	3.90	0.0252
0.19	0.3002	0.45	0.2181	0.84	0.1169	1.90	0.0517	4.00	0.0245
0.20	0.3002	0.46	0.2134	0.86	0.1141	1.95	0.0503		
0.21	0.3002	0.47	0.2089	0.88	0.1115	2.00	0.0491		
0.22	0.3002	0.48	0.2045	0.90	0.1091	2.05	0.0479		
0.23	0.3002	0.49	0.2003	0.92	0.1067	2.10	0.0467		
0.24	0.3002	0.50	0.1963	0.94	0.1044	2.15	0.0457		
0.25	0.3002	0.51	0.1925	0.96	0.1023	2.20	0.0446		
0.26	0.3002	0.52	0.1888	0.98	0.1002	2.25	0.0436		



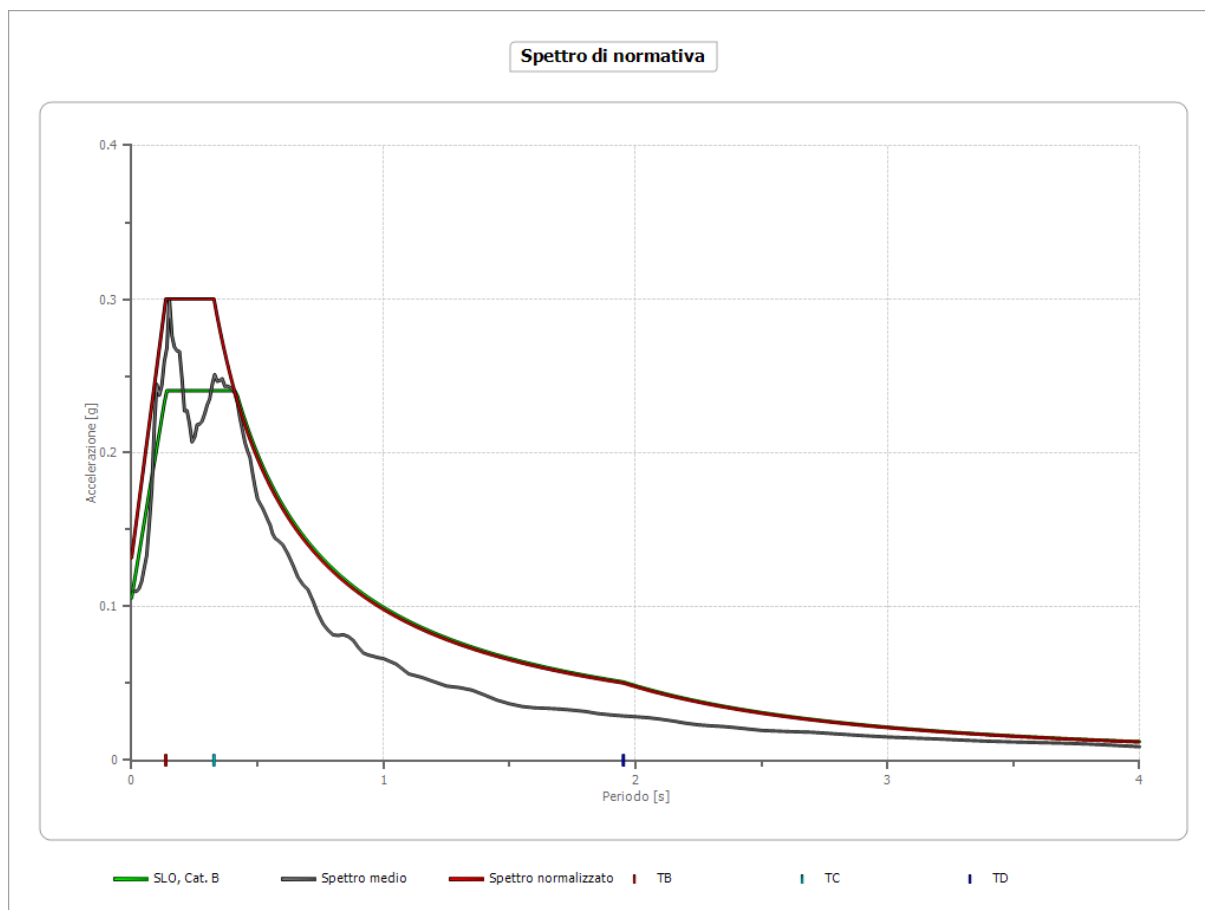
Confronto tra gli spettri

Spettro di accelerazione output



Confronto spettro normativa

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.088	0.115	0.320	0.422
Fo	2.278	2.296	2.453	2.492
Tc* [s]	0.295	0.32	0.388	0.421
Ss	1.20	1.20	1.09	1.00
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.40	1.38	1.33	1.31
TB [s]	0.138	0.147	0.172	0.184
TC [s]	0.414	0.442	0.516	0.551
TD [s]	1.952	2.060	2.880	3.288
Se(0) [g]	0.106	0.138	0.348	0.422
Se(TB) [g]	0.240	0.317	0.852	1.052



La figura sopra mostra un confronto tra lo spettro previsto dalla normativa (SLO – categoria B) con lo spettro medio e lo spettro normalizzato risultante dall’analisi monodimensionale 1D.

Si riscontra come vi sia uno sfioramento in ampiezza dell’accelerazione spettrale dello spettro medio e di quello normalizzato rispetto allo spettro previsto dalla normativa, per periodi compresi tra 0.00 e 0.40 sec circa. Per periodi con valori maggiori di 0.40 sec, le accelerazioni spettrali medie e normalizzate presentano valori sostanzialmente simili con quelli previsti dalla normativa fino a 4 sec circa.

Elaborazione Analisi per lo stato limite SLD

Elaborazione

Numero di iterazioni 50
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 7.45 E-05

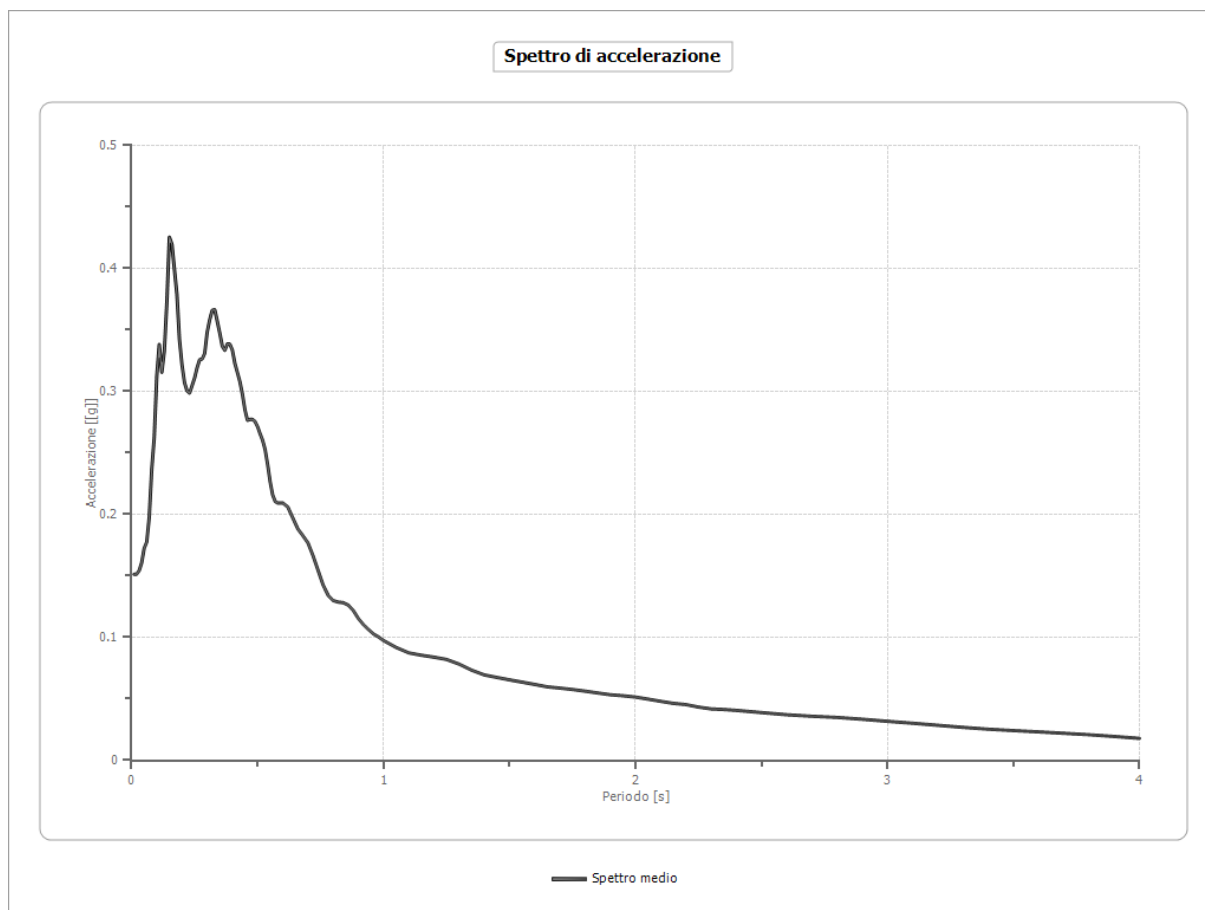
Fattori di amplificazione

Tai	0.170 [s]
Tvi	3.100 [s]
Tao	0.150 [s]
Tvo	0.510 [s]
Sami	2.463 [m/s ²]
Svmi	0.161 [m/s]
Samo	3.310 [m/s ²]
Svmo	0.209 [m/s]
Fa	1.344 [-]
Fv	1.293 [-]
TB	0.142 [s]
TC	0.326 [s]
TD	2.060 [s]
SA(0)	0.185 [g]
SA(TB)	0.426 [g]

Spettro medio

Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]
0.01	0.1513	0.27	0.3258	0.53	0.2527	1.00	0.0974	2.30	0.0418
0.02	0.1513	0.28	0.3264	0.54	0.2405	1.05	0.0917	2.35	0.0413
0.03	0.1543	0.29	0.3309	0.55	0.2264	1.10	0.0874	2.40	0.0406
0.04	0.1606	0.30	0.3481	0.56	0.2158	1.15	0.0855	2.50	0.0388
0.05	0.1724	0.31	0.3582	0.57	0.2105	1.20	0.0839	2.60	0.0371
0.06	0.1776	0.32	0.3660	0.58	0.2092	1.25	0.0821	2.70	0.0358
0.07	0.1976	0.33	0.3665	0.60	0.2094	1.30	0.0782	2.80	0.0349
0.08	0.2367	0.34	0.3572	0.62	0.2061	1.35	0.0733	2.90	0.0334
0.09	0.2627	0.35	0.3474	0.64	0.1970	1.40	0.0695	3.00	0.0317
0.10	0.3122	0.36	0.3368	0.66	0.1881	1.45	0.0674	3.10	0.0302
0.11	0.3383	0.37	0.3334	0.68	0.1827	1.50	0.0654	3.20	0.0285
0.12	0.3156	0.38	0.3387	0.70	0.1768	1.55	0.0636	3.30	0.0268
0.13	0.3328	0.39	0.3385	0.72	0.1665	1.60	0.0617	3.40	0.0253
0.14	0.3730	0.40	0.3335	0.74	0.1545	1.65	0.0598	3.50	0.0242
0.15	0.4255	0.41	0.3227	0.76	0.1426	1.70	0.0587	3.60	0.0231
0.16	0.4197	0.42	0.3154	0.78	0.1342	1.75	0.0576	3.70	0.0220
0.17	0.3994	0.43	0.3078	0.80	0.1299	1.80	0.0562	3.80	0.0208
0.18	0.3790	0.44	0.2975	0.82	0.1287	1.85	0.0548	3.90	0.0194
0.19	0.3424	0.45	0.2849	0.84	0.1282	1.90	0.0533	4.00	0.0178
0.20	0.3217	0.46	0.2766	0.86	0.1262	1.95	0.0525		

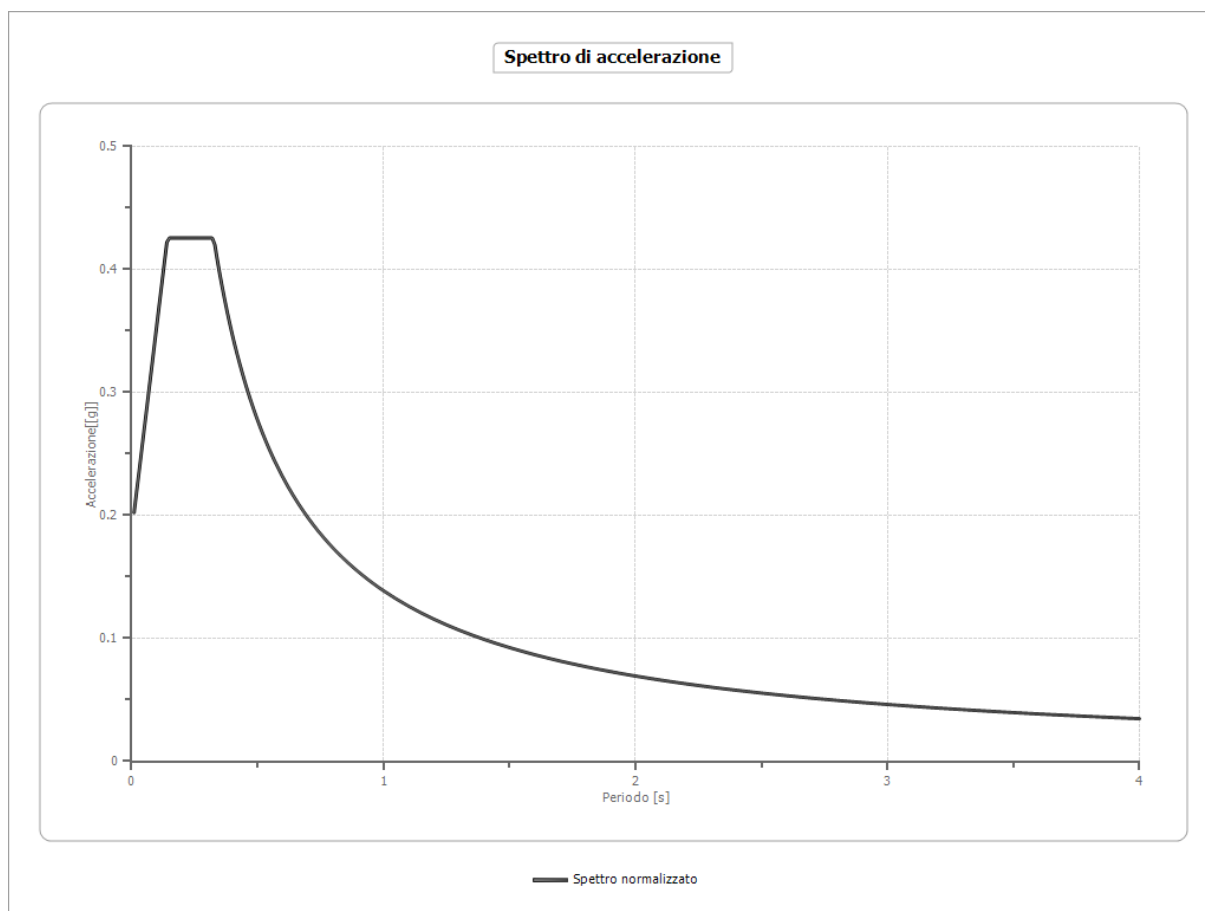
0.21	0.3073	0.47	0.2773	0.88	0.1218	2.00	0.0514		
0.22	0.3005	0.48	0.2772	0.90	0.1153	2.05	0.0498		
0.23	0.2986	0.49	0.2756	0.92	0.1104	2.10	0.0480		
0.24	0.3047	0.50	0.2714	0.94	0.1064	2.15	0.0463		
0.25	0.3108	0.51	0.2656	0.96	0.1028	2.20	0.0453		
0.26	0.3194	0.52	0.2603	0.98	0.1004	2.25	0.0433		



Spettro normalizzato

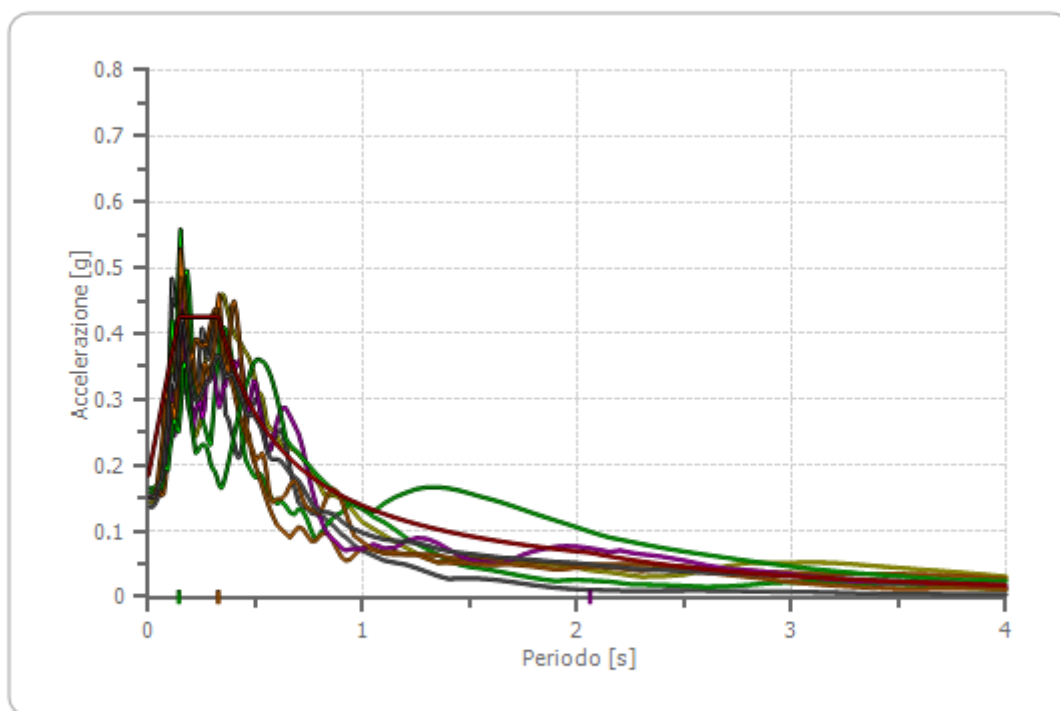
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.2022	0.27	0.4255	0.53	0.2617	1.00	0.1387	2.30	0.0603
0.02	0.2192	0.28	0.4255	0.54	0.2569	1.05	0.1321	2.35	0.0590
0.03	0.2361	0.29	0.4255	0.55	0.2522	1.10	0.1261	2.40	0.0578
0.04	0.2530	0.30	0.4255	0.56	0.2477	1.15	0.1206	2.50	0.0555
0.05	0.2699	0.31	0.4255	0.57	0.2434	1.20	0.1156	2.60	0.0534
0.06	0.2868	0.32	0.4255	0.58	0.2392	1.25	0.1110	2.70	0.0514
0.07	0.3037	0.33	0.4204	0.60	0.2312	1.30	0.1067	2.80	0.0495
0.08	0.3207	0.34	0.4080	0.62	0.2237	1.35	0.1028	2.90	0.0478
0.09	0.3376	0.35	0.3963	0.64	0.2168	1.40	0.0991	3.00	0.0462
0.10	0.3545	0.36	0.3853	0.66	0.2102	1.45	0.0957	3.10	0.0447
0.11	0.3714	0.37	0.3749	0.68	0.2040	1.50	0.0925	3.20	0.0434
0.12	0.3883	0.38	0.3651	0.70	0.1982	1.55	0.0895	3.30	0.0420
0.13	0.4052	0.39	0.3557	0.72	0.1927	1.60	0.0867	3.40	0.0408
0.14	0.4221	0.40	0.3468	0.74	0.1875	1.65	0.0841	3.50	0.0396

0.15	0.4255	0.41	0.3383	0.76	0.1825	1.70	0.0816	3.60	0.0385
0.16	0.4255	0.42	0.3303	0.78	0.1778	1.75	0.0793	3.70	0.0375
0.17	0.4255	0.43	0.3226	0.80	0.1734	1.80	0.0771	3.80	0.0365
0.18	0.4255	0.44	0.3153	0.82	0.1692	1.85	0.0750	3.90	0.0356
0.19	0.4255	0.45	0.3083	0.84	0.1651	1.90	0.0730	4.00	0.0347
0.20	0.4255	0.46	0.3016	0.86	0.1613	1.95	0.0711		
0.21	0.4255	0.47	0.2952	0.88	0.1576	2.00	0.0694		
0.22	0.4255	0.48	0.2890	0.90	0.1541	2.05	0.0677		
0.23	0.4255	0.49	0.2831	0.92	0.1508	2.10	0.0661		
0.24	0.4255	0.50	0.2774	0.94	0.1476	2.15	0.0645		
0.25	0.4255	0.51	0.2720	0.96	0.1445	2.20	0.0631		
0.26	0.4255	0.52	0.2668	0.98	0.1416	2.25	0.0617		



Confronto tra gli spettri

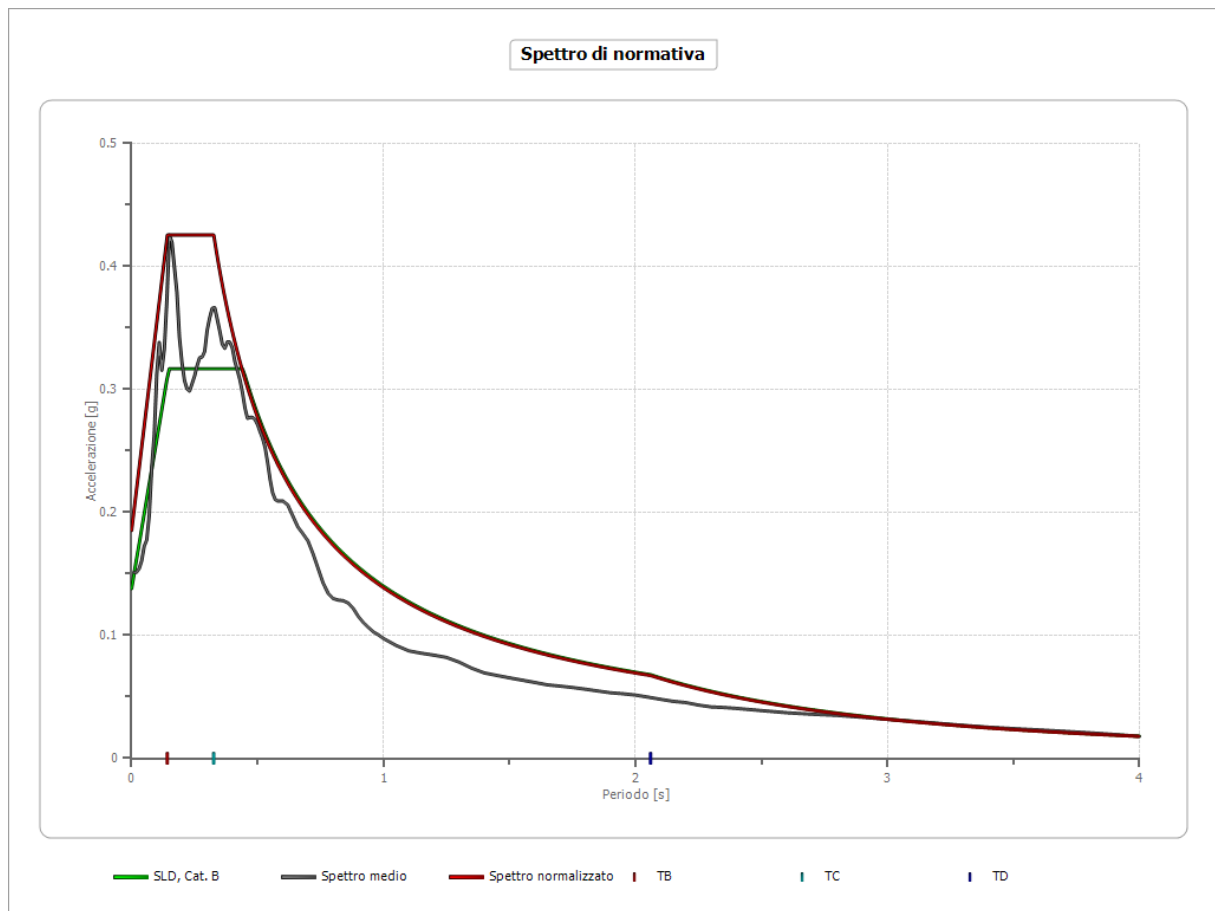
Spettro di accelerazione output



— 000342xa_record — 000365xa_record — 000551ya_record — 001891ya_record
— 006269xa_record — 006332ya_record — 007142ya_record — Spettro medio
— Spettro normalizzato | TB | TC | TD

Confronto spettro normativa

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.088	0.115	0.320	0.422
Fo	2.278	2.296	2.453	2.492
Tc* [s]	0.295	0.32	0.388	0.421
Ss	1.20	1.20	1.09	1.00
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.40	1.38	1.33	1.31
TB [s]	0.138	0.147	0.172	0.184
TC [s]	0.414	0.442	0.516	0.551
TD [s]	1.952	2.060	2.880	3.288
Se(0) [g]	0.106	0.138	0.348	0.422
Se(TB) [g]	0.240	0.317	0.852	1.052



Dalla figura è possibile osservare un eccesso nell'ampiezza dell'accelerazione spettrale degli accelerogrammi medio e normalizzato, rispetto allo spettro previsto dalla normativa, per limitati valori dei periodi compresi tra 0.00 e 0.45 sec circa. Al di sopra di periodi pari a 0.45 sec circa, i valori di accelerazione spettrale sono essenzialmente analoghi nei confronti di quelli previsti dallo spettro di normativa.

Elaborazione Analisi per lo stato limite SLV

Elaborazione

Numero di iterazioni 50
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 1.49 E-04

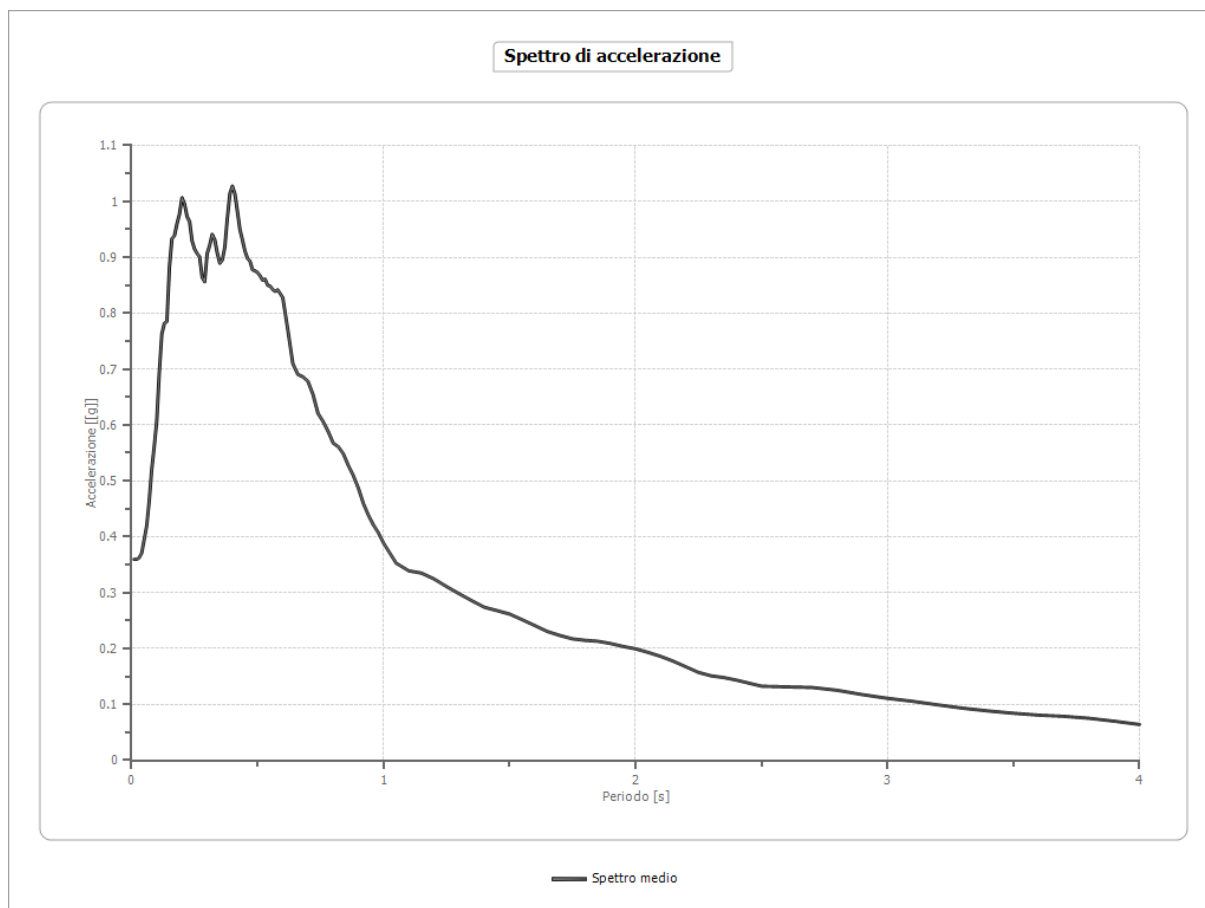
Fattori di amplificazione

Tai	0.320 [s]
Tvi	2.050 [s]
Tao	0.400 [s]
Tvo	0.860 [s]
Sami	7.628 [m/s ²]
Svmi	0.604 [m/s]
Samo	8.926 [m/s ²]
Svmo	0.730 [m/s]
Fa	1.170 [-]
Fv	1.209 [-]
TB	0.181 [s]
TC	0.484 [s]
TD	2.880 [s]
SA(0)	0.419 [g]
SA(TB)	1.028 [g]

Spettro medio

Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]
0.01	0.3596	0.27	0.9010	0.53	0.8609	1.00	0.3887	2.30	0.1512
0.02	0.3596	0.28	0.8642	0.54	0.8500	1.05	0.3528	2.35	0.1480
0.03	0.3625	0.29	0.8563	0.55	0.8484	1.10	0.3390	2.40	0.1435
0.04	0.3705	0.30	0.9069	0.56	0.8425	1.15	0.3351	2.50	0.1327
0.05	0.3948	0.31	0.9213	0.57	0.8389	1.20	0.3246	2.60	0.1314
0.06	0.4194	0.32	0.9412	0.58	0.8419	1.25	0.3110	2.70	0.1303
0.07	0.4646	0.33	0.9318	0.60	0.8280	1.30	0.2980	2.80	0.1254
0.08	0.5207	0.34	0.9079	0.62	0.7702	1.35	0.2858	2.90	0.1176
0.09	0.5616	0.35	0.8892	0.64	0.7097	1.40	0.2739	3.00	0.1109
0.10	0.6077	0.36	0.8951	0.66	0.6905	1.45	0.2680	3.10	0.1055
0.11	0.6936	0.37	0.9181	0.68	0.6863	1.50	0.2617	3.20	0.0992
0.12	0.7627	0.38	0.9699	0.70	0.6781	1.55	0.2517	3.30	0.0932
0.13	0.7818	0.39	1.0135	0.72	0.6544	1.60	0.2412	3.40	0.0883
0.14	0.7853	0.40	1.0275	0.74	0.6204	1.65	0.2305	3.50	0.0842
0.15	0.8816	0.41	1.0135	0.76	0.6062	1.70	0.2234	3.60	0.0809
0.16	0.9332	0.42	0.9821	0.78	0.5885	1.75	0.2173	3.70	0.0787
0.17	0.9385	0.43	0.9498	0.80	0.5676	1.80	0.2147	3.80	0.0752
0.18	0.9600	0.44	0.9308	0.82	0.5612	1.85	0.2131	3.90	0.0700
0.19	0.9772	0.45	0.9110	0.84	0.5487	1.90	0.2091	4.00	0.0642

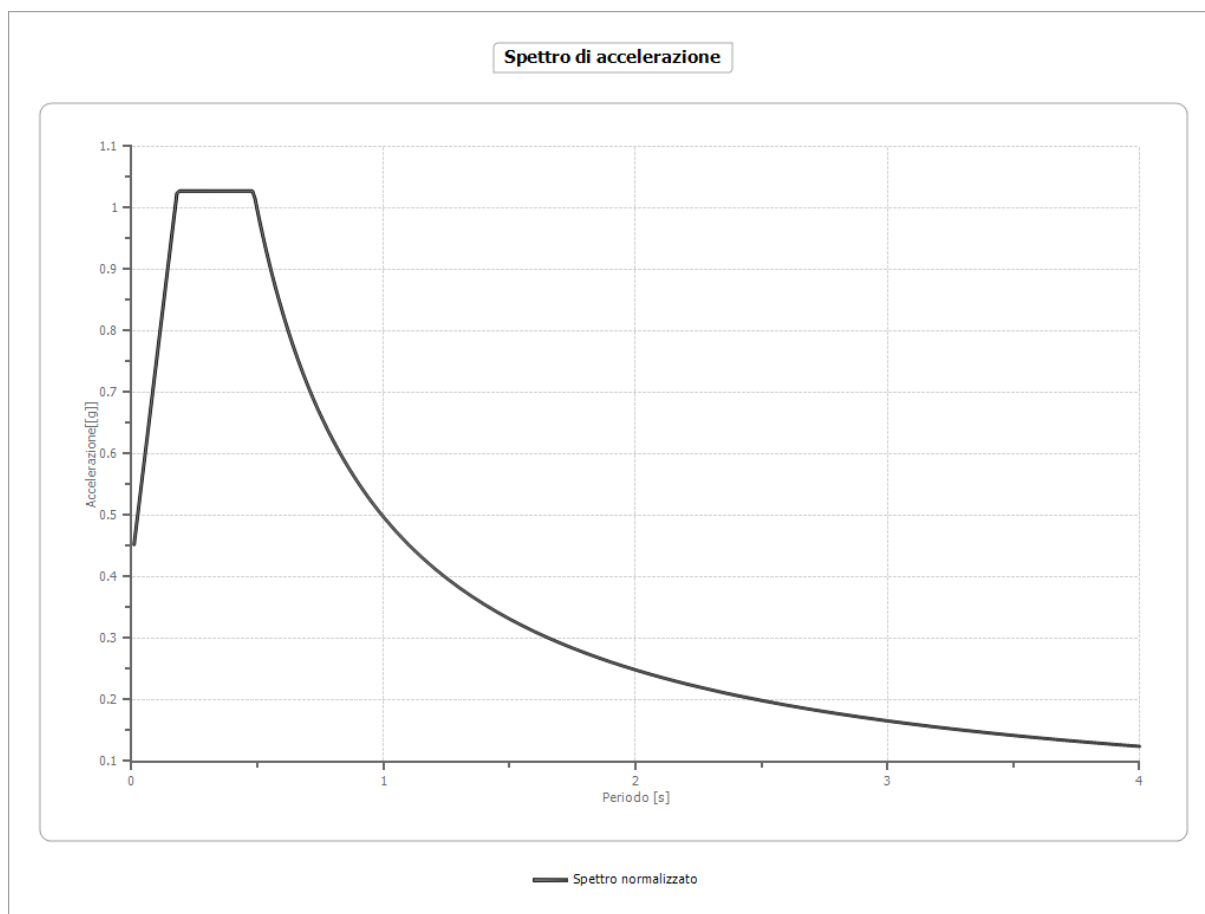
0.20	1.0068	0.46	0.8980	0.86	0.5278	1.95	0.2038		
0.21	0.9959	0.47	0.8930	0.88	0.5094	2.00	0.1995		
0.22	0.9732	0.48	0.8777	0.90	0.4870	2.05	0.1931		
0.23	0.9643	0.49	0.8758	0.92	0.4595	2.10	0.1860		
0.24	0.9294	0.50	0.8728	0.94	0.4383	2.15	0.1773		
0.25	0.9148	0.51	0.8669	0.96	0.4210	2.20	0.1673		
0.26	0.9068	0.52	0.8591	0.98	0.4069	2.25	0.1573		



Spettro normalizzato

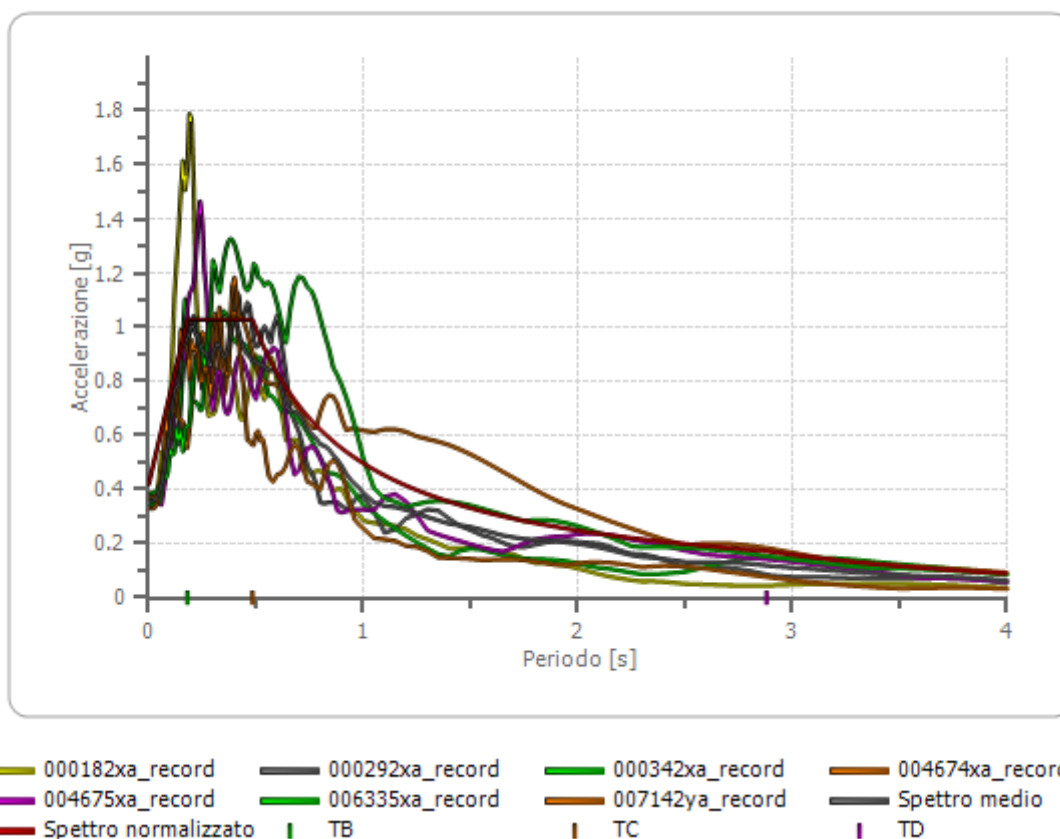
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.4525	0.27	1.0275	0.53	0.9383	1.00	0.4973	2.30	0.2162
0.02	0.4861	0.28	1.0275	0.54	0.9210	1.05	0.4736	2.35	0.2116
0.03	0.5198	0.29	1.0275	0.55	0.9042	1.10	0.4521	2.40	0.2072
0.04	0.5534	0.30	1.0275	0.56	0.8881	1.15	0.4325	2.50	0.1989
0.05	0.5870	0.31	1.0275	0.57	0.8725	1.20	0.4144	2.60	0.1913
0.06	0.6206	0.32	1.0275	0.58	0.8575	1.25	0.3979	2.70	0.1842
0.07	0.6543	0.33	1.0275	0.60	0.8289	1.30	0.3826	2.80	0.1776
0.08	0.6879	0.34	1.0275	0.62	0.8021	1.35	0.3684	2.90	0.1715
0.09	0.7215	0.35	1.0275	0.64	0.7771	1.40	0.3552	3.00	0.1658
0.10	0.7551	0.36	1.0275	0.66	0.7535	1.45	0.3430	3.10	0.1604
0.11	0.7888	0.37	1.0275	0.68	0.7314	1.50	0.3315	3.20	0.1554
0.12	0.8224	0.38	1.0275	0.70	0.7105	1.55	0.3209	3.30	0.1507
0.13	0.8560	0.39	1.0275	0.72	0.6907	1.60	0.3108	3.40	0.1463

0.14	0.8897	0.40	1.0275	0.74	0.6721	1.65	0.3014	3.50	0.1421
0.15	0.9233	0.41	1.0275	0.76	0.6544	1.70	0.2925	3.60	0.1381
0.16	0.9569	0.42	1.0275	0.78	0.6376	1.75	0.2842	3.70	0.1344
0.17	0.9905	0.43	1.0275	0.80	0.6217	1.80	0.2763	3.80	0.1309
0.18	1.0242	0.44	1.0275	0.82	0.6065	1.85	0.2688	3.90	0.1275
0.19	1.0275	0.45	1.0275	0.84	0.5920	1.90	0.2617	4.00	0.1243
0.20	1.0275	0.46	1.0275	0.86	0.5783	1.95	0.2550		
0.21	1.0275	0.47	1.0275	0.88	0.5651	2.00	0.2487		
0.22	1.0275	0.48	1.0275	0.90	0.5526	2.05	0.2426		
0.23	1.0275	0.49	1.0149	0.92	0.5406	2.10	0.2368		
0.24	1.0275	0.50	0.9946	0.94	0.5291	2.15	0.2313		
0.25	1.0275	0.51	0.9751	0.96	0.5180	2.20	0.2261		
0.26	1.0275	0.52	0.9564	0.98	0.5075	2.25	0.2210		



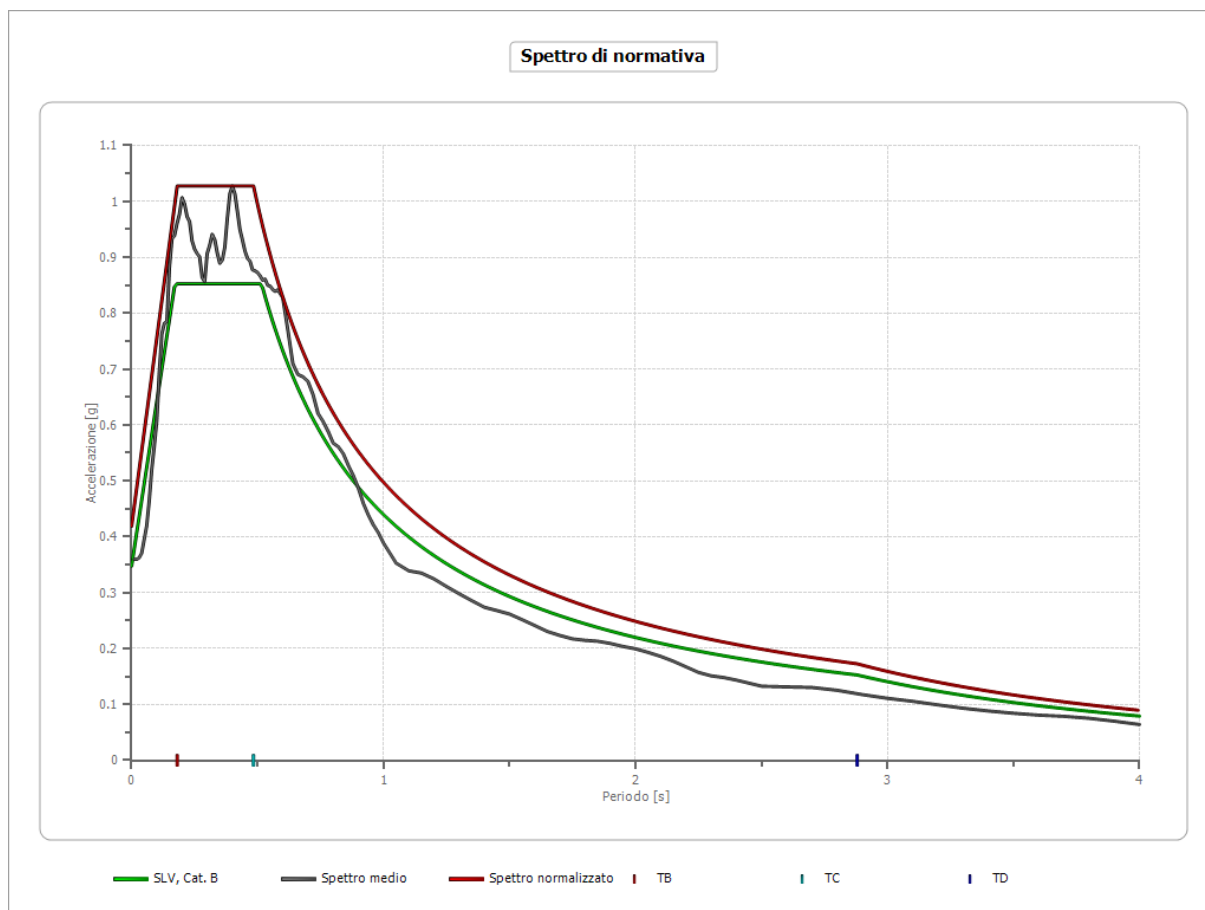
Confronto tra gli spettri

Spettro di accelerazione output



Confronto spettro normativa

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.088	0.115	0.320	0.422
Fo	2.278	2.296	2.453	2.492
Tc* [s]	0.295	0.32	0.388	0.421
Ss	1.20	1.20	1.09	1.00
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.40	1.38	1.33	1.31
TB [s]	0.138	0.147	0.172	0.184
TC [s]	0.414	0.442	0.516	0.551
TD [s]	1.952	2.060	2.880	3.288
Se(0) [g]	0.106	0.138	0.348	0.422
Se(TB) [g]	0.241	0.317	0.852	1.052



Si rileva uno sfioramento in ampiezza dell'accelerazione spettrale dello spettro medio e normalizzato, rispetto alla traccia di normativa, per periodi compresi tra 0.00 e 4.00 sec circa.

CONCLUSIONI

La relazione sulla pericolosità sismica di base, ha permesso di acquisire un grado sufficientemente chiaro delle caratteristiche sismiche dei terreni presenti nell'area in esame, interessata dal progetto: ***Ampliamento scuola dell'infanzia sita in via A. Manzoni - Frazione Taverna, Comune di Montalto Uffugo (CS).***

Riassumendo, nell'area interessata dall'intervento, i risultati delle indagini eseguite pongono in evidenza quanto segue:

- La classe di sottosuolo identificata, tramite le indagini geofisiche eseguite in situ per il calcolo della $V_{s,eq}$ ($H=30m$), è la categoria “**B**”;
- La superficie topografica è risultata la “**T₁**”;
- La pericolosità sismica di base stabilita, indica che il territorio di Montalto Uffugo, ricade in una zona con accelerazione sismica su substrato di riferimento (bedrock, suolo A) compreso tra 0,250 e 0,275 a_g/g , collocando il territorio Comunale in “**Zona Sismica 1**”;
- I grafici relativi ai vari stati limite trattati, mostrano chiaramente che il sito esercita sui segnali di input una certa amplificazione nell'intervallo, a seconda degli stati limiti considerati, compreso tra 0,00 e 4,00 sec circa;
- Dai diagrammi elaborati si evince ulteriormente che, l'approccio semplificato rispetto alla Risposta Sismica Locale mediante modellazione 1D, fornisce nell'intervallo 0,00 - 4,00 secondi circa, valori sottostimati delle accelerazioni orizzontali. A tal proposito infatti i coefficienti di amplificazione stratigrafica dello spettro elastico normalizzato, riportano, ad esempio per lo Stato Limite Vita, accelerazioni massime di 1,03 g circa, valori sicuramente maggiori rispetto a quelli forniti dallo spettro di normativa per un terreno di tipo B i quali si attestano intorno a 0.85 g;
- I grafici relativi ai vari stati limite trattati, mostrano che sia agli SLE che allo SLV la R.S.L. mediante modellazione 1D fornisce uno spettro elastico normalizzato superiore rispetto allo spettro di normativa. Lo strutturista pertanto, per progettare a vantaggio di sicurezza potrà utilizzare gli spettri normalizzati calcolati mediante la modellazione 1D.

Santa Maria del Cedro, Luglio 2018

Il geologo
Dott. Vincenzo LUCIA