

Comune di SANGINETO

Provincia di Cosenza - Regione Calabria



**LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO E DI
RIQUALIFICAZIONE DELL'EDIFICIO SCOLASTICO
COMUNALE SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE DI
VIALE MARIO ARAGONA IN SANGINETO LIDO**

Protocollo

PROGETTO ESECUTIVO

Scala:

Data: **novembre 2019**

ELABORATO

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA
DI BASE E RSL

LA PROGETTISTA

Ing. Albina R. Farace

IL GEOLOGO

Dott. Giuseppe Grosso Ciponte



IL R.U.P.

Geom. Marco Antonucci



IL SINDACO

TAVOLA N.

R.03

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Sangineto (CS), il sottoscritto Geol. Giuseppe Grosso Ciponte ha condotto uno studio geologico, geomorfologico e sismico su un'area sita in località Lido del Comune di Sangineto (CS), interessata dal progetto: **LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO E DI RIQUALIFICAZIONE DELL'EDIFICIO SCOLASTICO COMUNALE SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE DI VIALE "LE CRETE" IN SANGINETO LIDO.**

Rientrando l'opera in classe d'uso III, è stata preliminarmente condotta un'analisi della Risposta Sismica Locale mediante analisi monodimensionale 1D (cfr. analisi allegata).

I dati scaturiti dall'analisi effettuata hanno messo in evidenza che gli spettri di normativa risultano più cautelativi rispetto a quelli determinati mediante analisi monodimensionale 1D.

Per tale motivo, ai fini del calcolo strutturale, si consiglia l'utilizzo degli spettri di normativa, in quanto più cautelativi rispetto a quelli normalizzati, come si evince dal confronto degli stessi nell'analisi sismica locale.

Di seguito si riportano i dati di Pericolosità sismica di sito.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Categoria sottosuolo: B

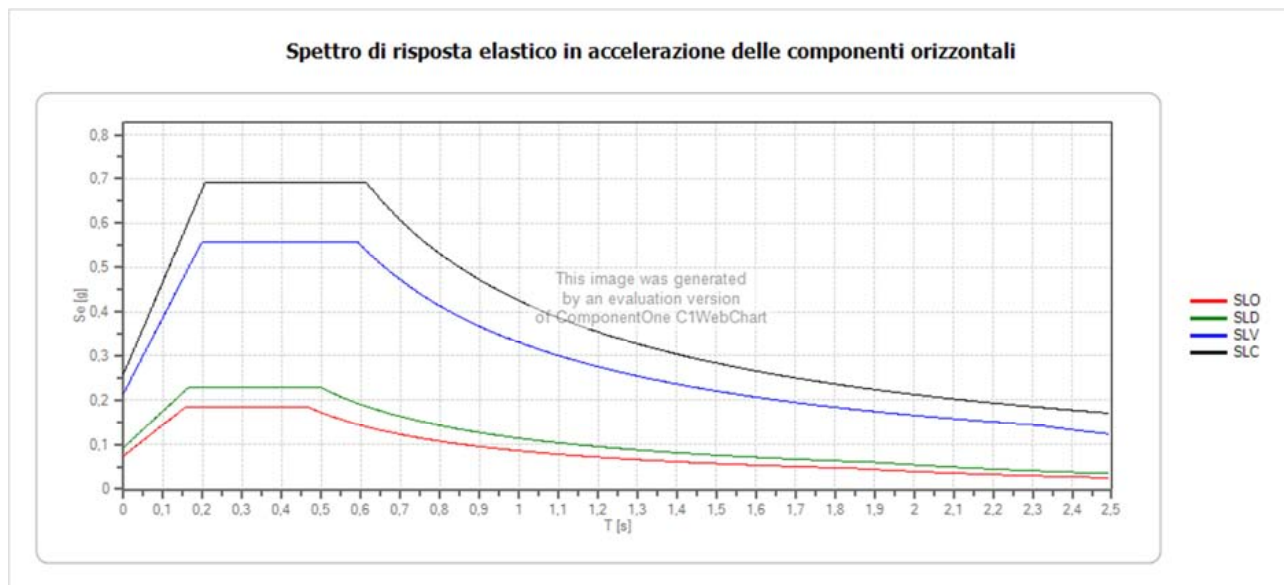
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti Sismici - Stabilità di pendii e fondazioni

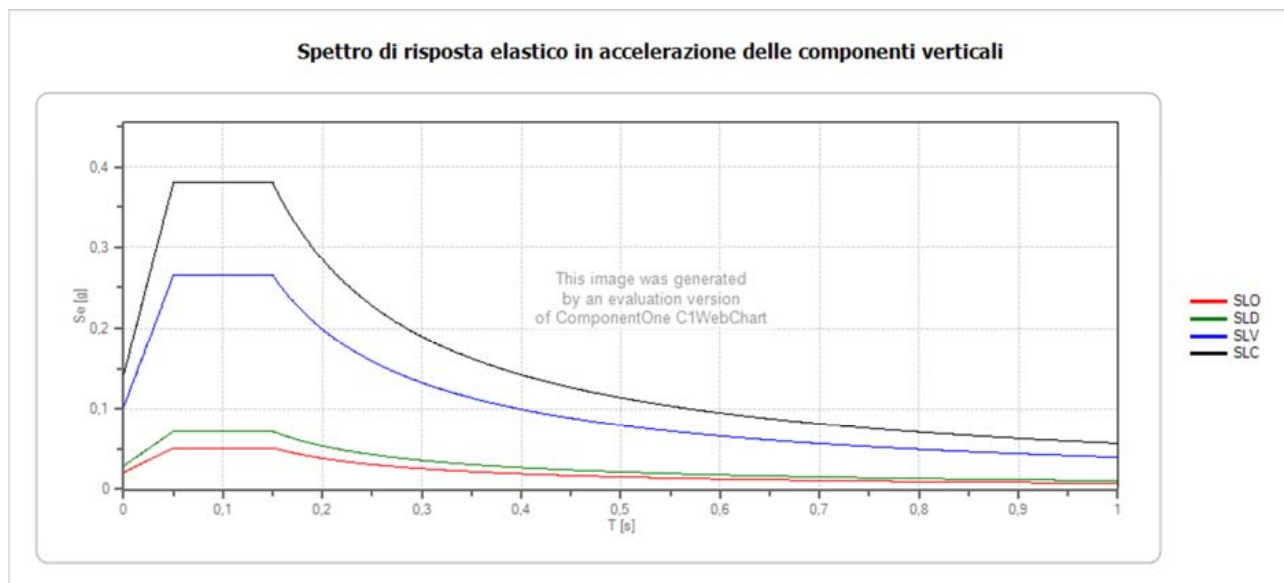
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,019	0,052	0,073
kv	0,007	0,009	0,026	0,036
amax [m/s ²]	0,729	0,910	2,109	2,541
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,062	2,467	0,344	1,200	1,360	1,000	1,200	1,000	0,156	0,468	1,848
SLD	1,5	0,077	2,473	0,371	1,200	1,340	1,000	1,200	1,000	0,166	0,497	1,909
SLV	1,5	0,179	2,588	0,464	1,200	1,280	1,000	1,200	1,000	0,198	0,593	2,317
SLC	1,5	0,223	2,663	0,485	1,160	1,270	1,000	1,160	1,000	0,205	0,616	2,493

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

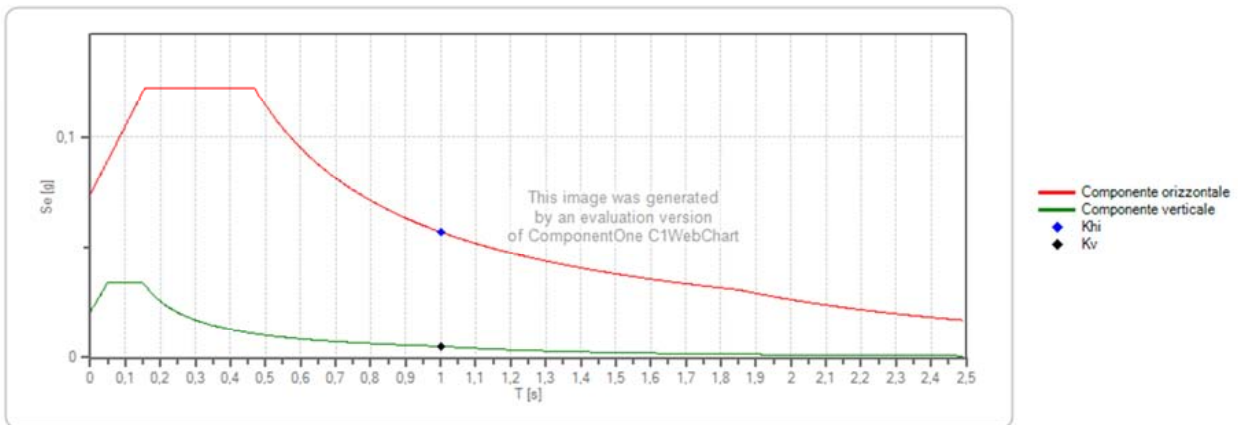


	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,062	2,467	0,344	1,000	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1,5	0,077	2,473	0,371	1,000	1,340	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1,5	0,179	2,588	0,464	1,000	1,280	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1,5	0,223	2,663	0,485	1,000	1,270	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

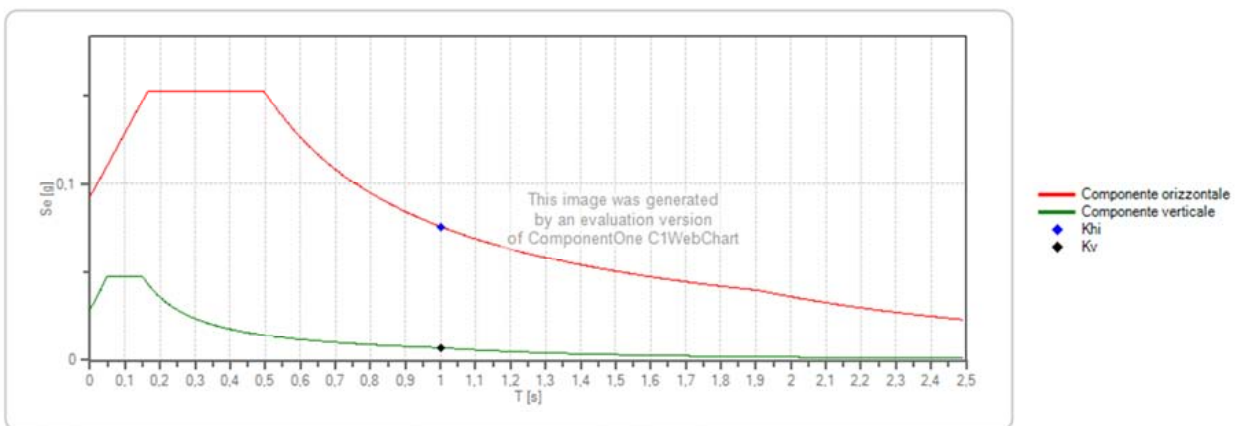
Spettri di progetto per lo stato limite: SLO



$K_{hi} = 0,057 [g]$; $K_v = 0,005 [g]$

	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	1,5	0,062	2,467	0,344	1,200	1,360	1,000	1,200	1,500	0,156	0,468	1,848
SLO verticale	1,5	0,062	2,467	0,344	1,200	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

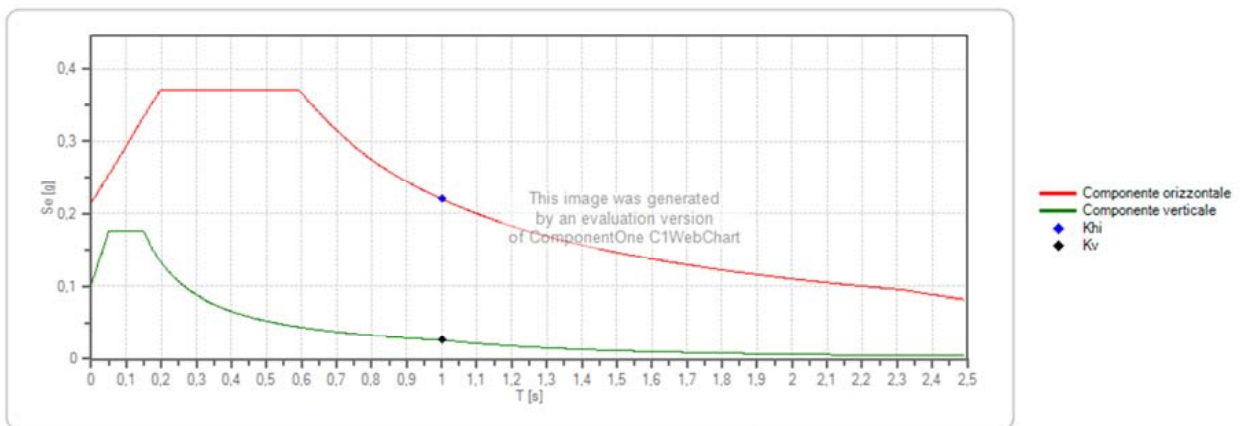
Spettri di progetto per lo stato limite: SLD



$K_{hi} = 0,076 [g]$; $K_v = 0,007 [g]$

	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD orizzontale	1,5	0,077	2,473	0,371	1,200	1,340	1,000	1,200	1,500	0,166	0,497	1,909
SLD verticale	1,5	0,077	2,473	0,371	1,200	1,340	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

Spettri di progetto per lo stato limite: SLV



Khi = 0,220 [g]; Kv = 0,027 [g]

	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	1,5	0,179	2,588	0,464	1,200	1,280	1,000	1,200	1,500	0,198	0,593	2,317
SLV verticale	1,5	0,179	2,588	0,464	1,200	1,280	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

IL GEOLOGO

Dott. Giuseppe Grosso Ciponte

ALLEGATO:
(“ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE – RSL”)

ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)

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.

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.

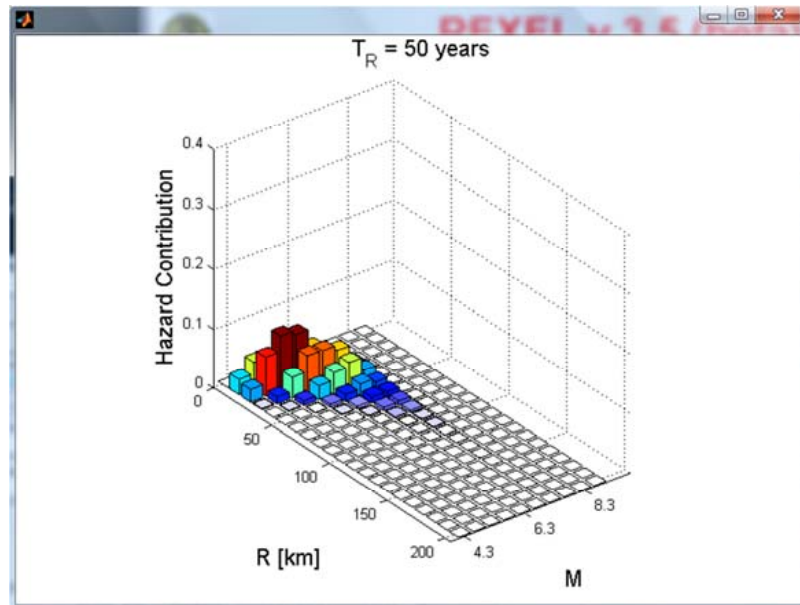
Per la modellazione sismica sono stati utilizzati i parametri geo-meccanici e sismici ricavati durante la campagna di indagini geognostiche, eseguita per la caratterizzazione geotecnica e geofisica del terreno di fondazione.

Gli accelerogrammi si riferiscono ad eventi sismici reali e spettro-compatibili con momento sismico M compreso tra 4.5 e 7.5 e distanze epicentrali comprese tra 10 e 70 Km. La selezione è, inoltre, avvenuta, ai sensi del D.M. 17/01/2018, impostando come stati limite di riferimento l'SLO, SLD e SLV, come classe d'uso la III, ed una vita nominale dell'opera di 75 anni.

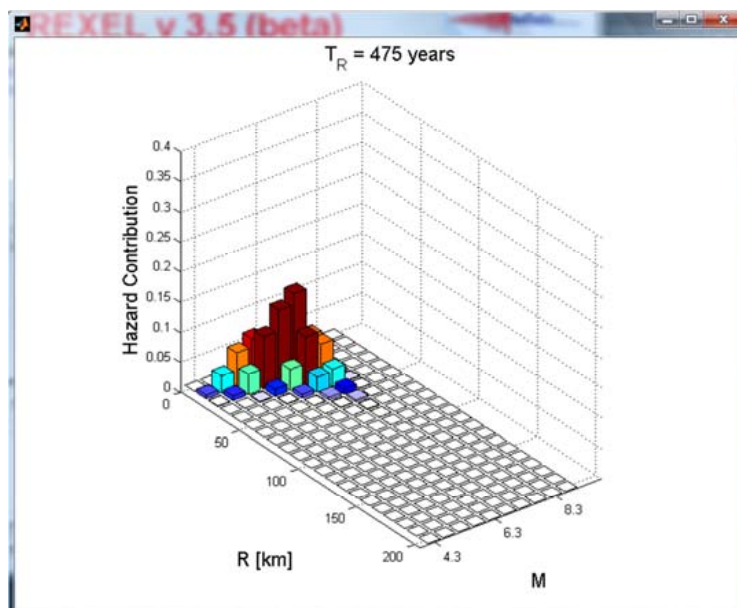
Come target della ricerca è stato utilizzato lo spettro di normativa al substrato sismico, considerando, quindi, una categoria di sottosuolo di tipo A. E' stata poi operata la

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)



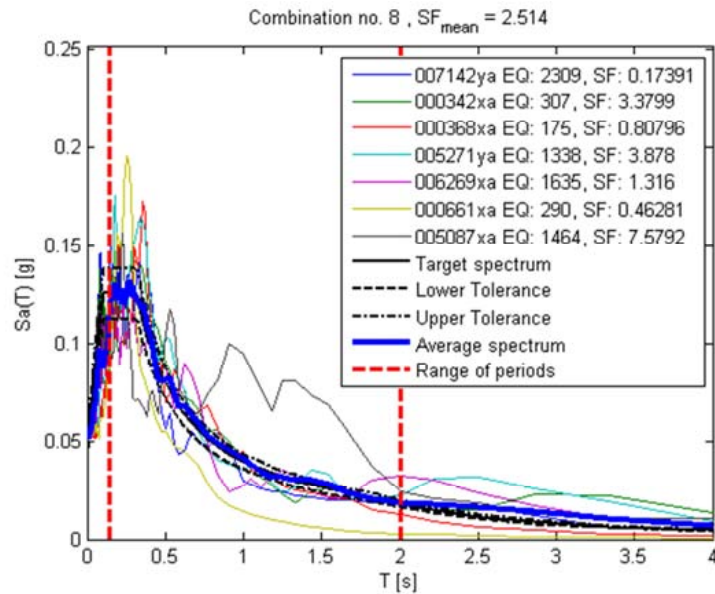
SLV (b)



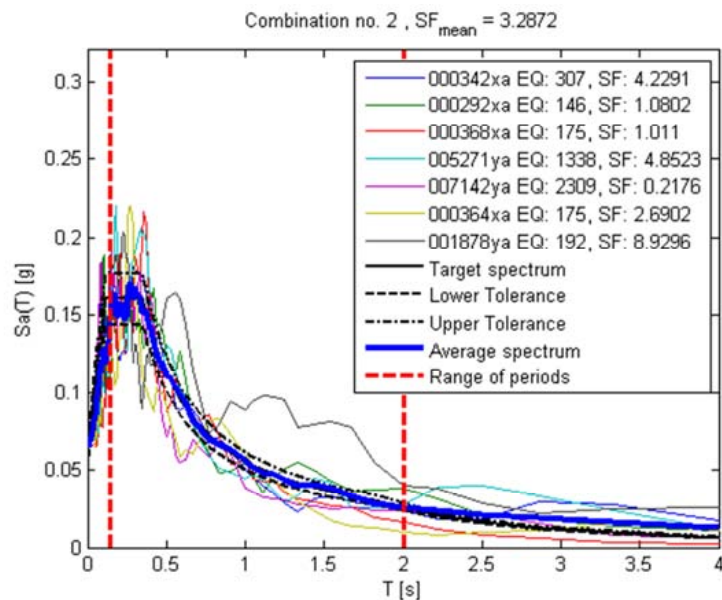
Disaggregazione degli eventi sismici, in base agli SLO e SLD (a) ed allo SLV (b) che contribuiscono alla definizione della pericolosità sismica del sito di progetto in termini di magnitudo e distanza epicentrale

La ricerca è stata eseguita, quindi, utilizzando tali parametri con una tolleranza sul target spectrum del 10% 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.

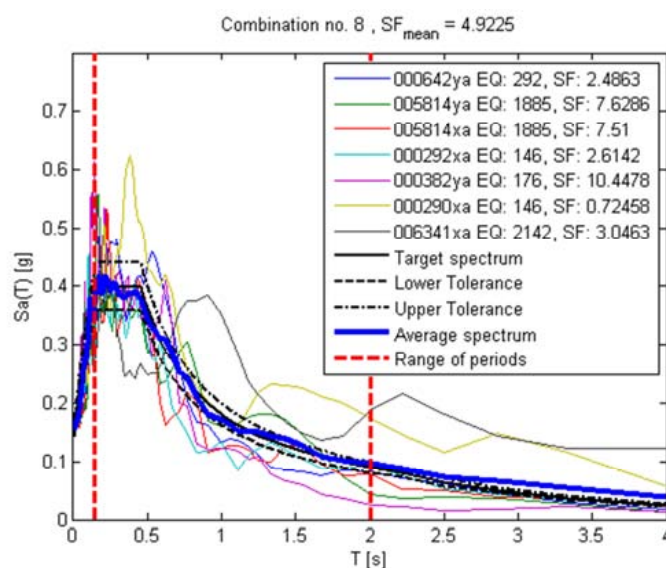
SLO (a)



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 (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.

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 35 metri investigati. Tuttavia, esaminando attentamente l’andamento della prova verso maggiori profondità, è possibile ipotizzare cautelativamente la presenza di terreni con velocità trasversali di 800 m/s 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:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- 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:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - 2.1. Stima della funzione di trasferimento;
 - 2.2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - 2.3. 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;

3. 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:

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

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:

$$u(z, t) = E e^{i(\alpha + k^* z)} + F e^{i(\alpha - k^* z)} \quad (7)$$

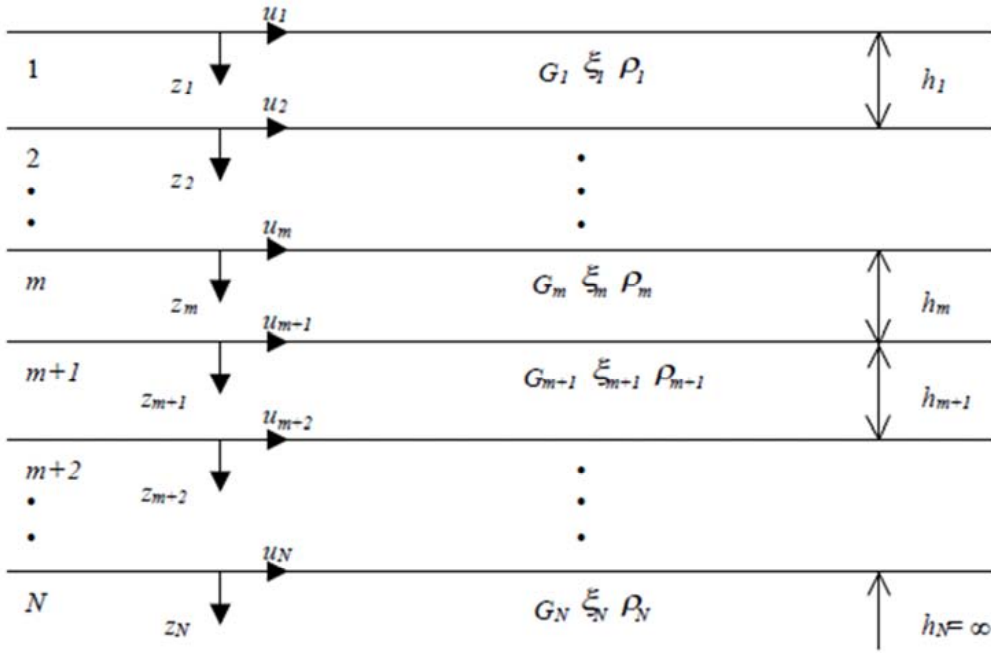


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

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:

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

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

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

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

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:

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

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

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,

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

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,

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

(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:

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

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.

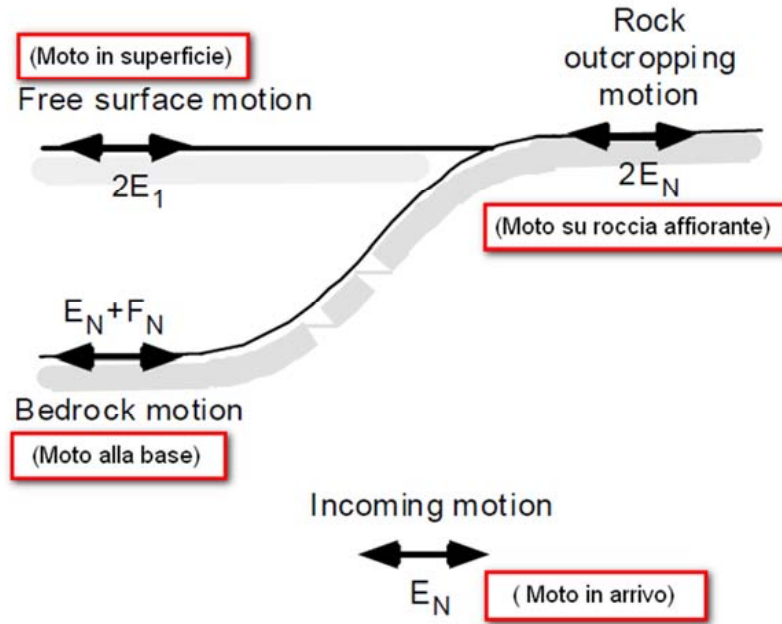


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

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:

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

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:

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

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

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

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

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.

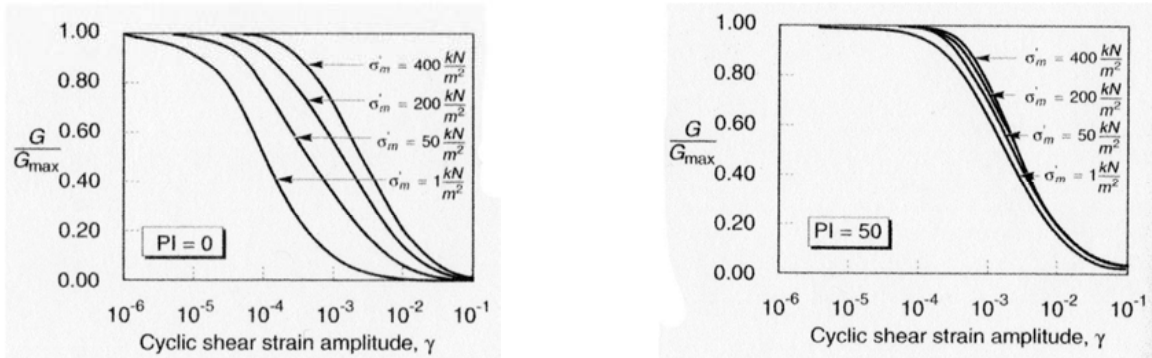


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

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.

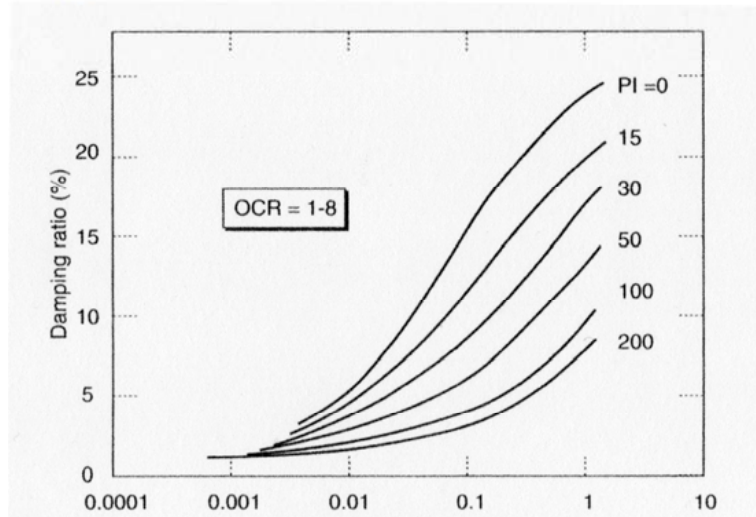


Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

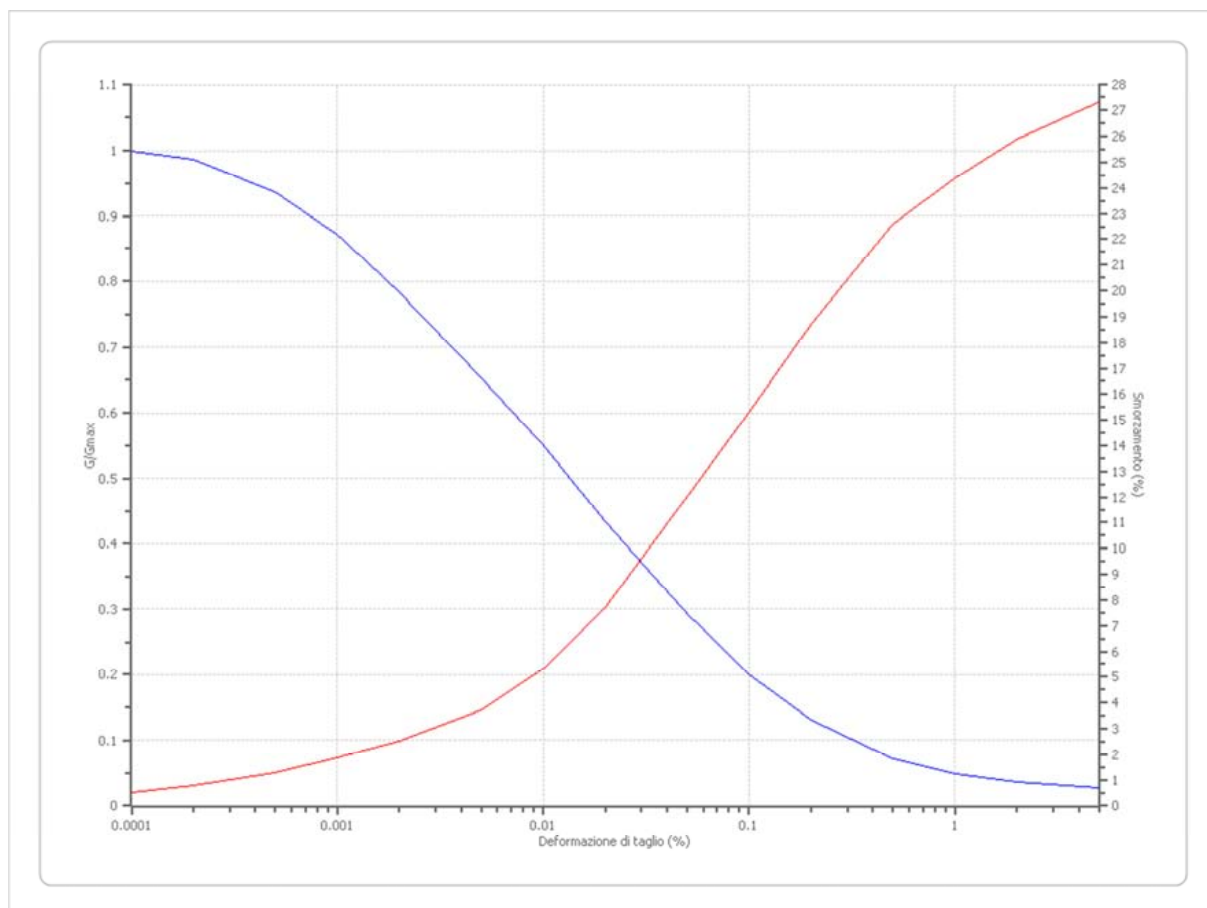
Dati generali

Latitudine 39.5880 [°]
 Longitudine 15.8690 [°]

Terreni

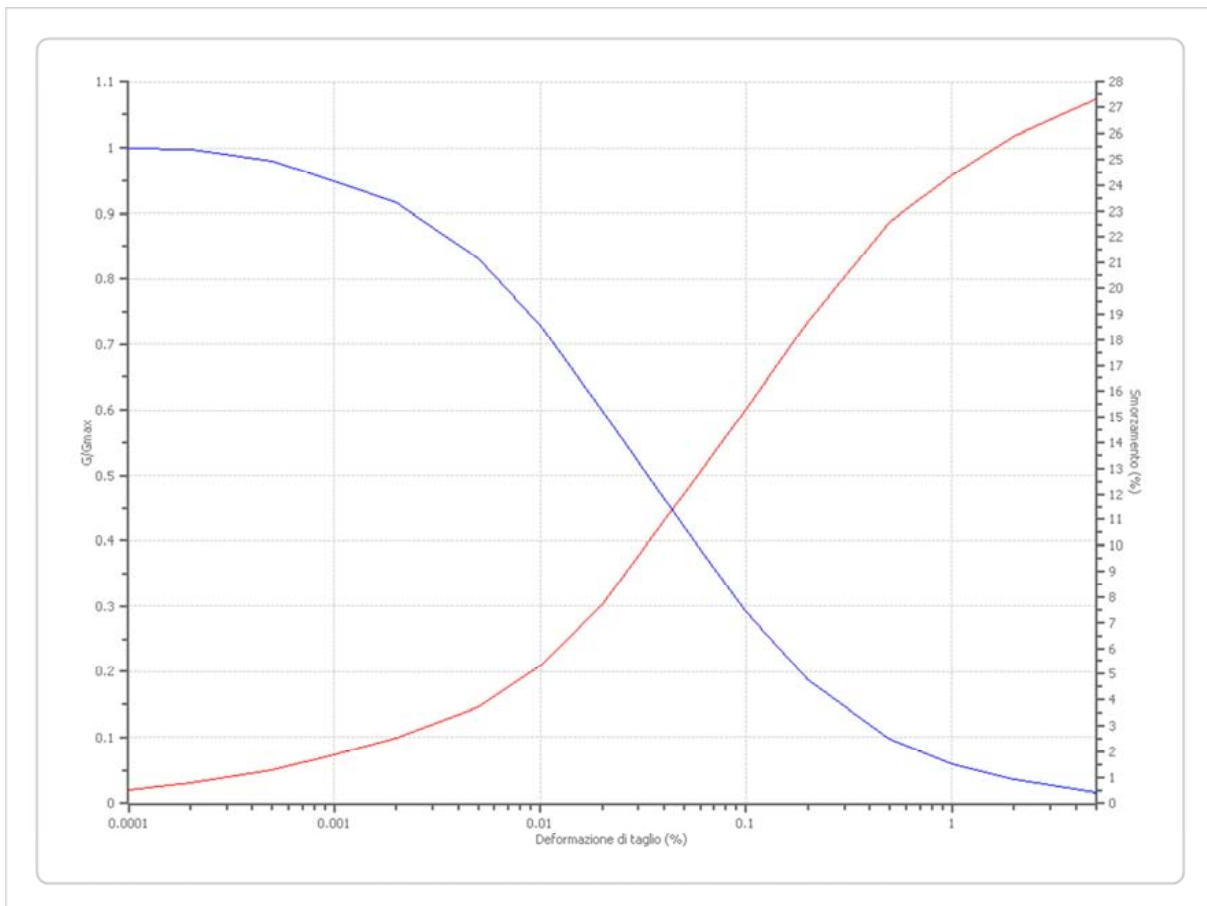
Seed et al. (1986) Gravel

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



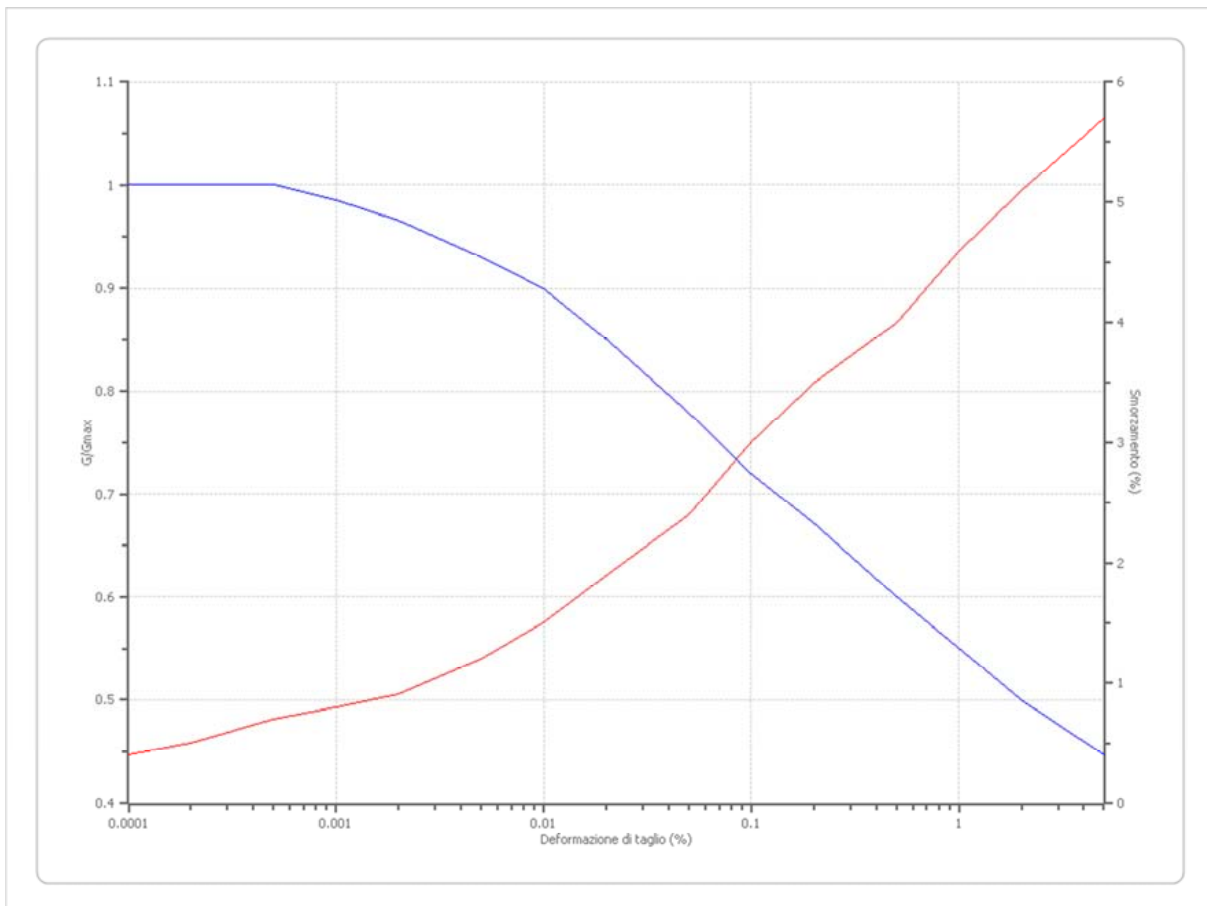
Seed et al. (1986) Sand - Average

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.998	0.0002	0.800
0.0005	0.980	0.0005	1.300
0.001	0.949	0.001	1.900
0.002	0.917	0.002	2.500
0.005	0.832	0.005	3.700
0.010	0.729	0.010	5.300
0.020	0.600	0.020	7.700
0.050	0.421	0.050	12.000
0.100	0.291	0.100	15.300
0.200	0.188	0.200	18.700
0.500	0.098	0.500	22.600
1.000	0.060	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.016	5.000	27.300



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	Gmax [MPa]	Peso unità vol. [kN/m ³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	--	0.5	Seed et al. (1986) Sand - Average	41.75	16.0	160.0	4.0
2	0.5	5.5	Seed et al. (1986) Gravel	275.26	18.7	380.0	59.4
3	6.0	29.0	Seed et al. (1986) Gravel	671.31	21.0	560.0	415.4
4	oo	--	Idriss (1990) Rock	1435.27	22.0	800.0	719.9

Elaborazione Analisi per lo stato limite SLO

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 1.94 E-04

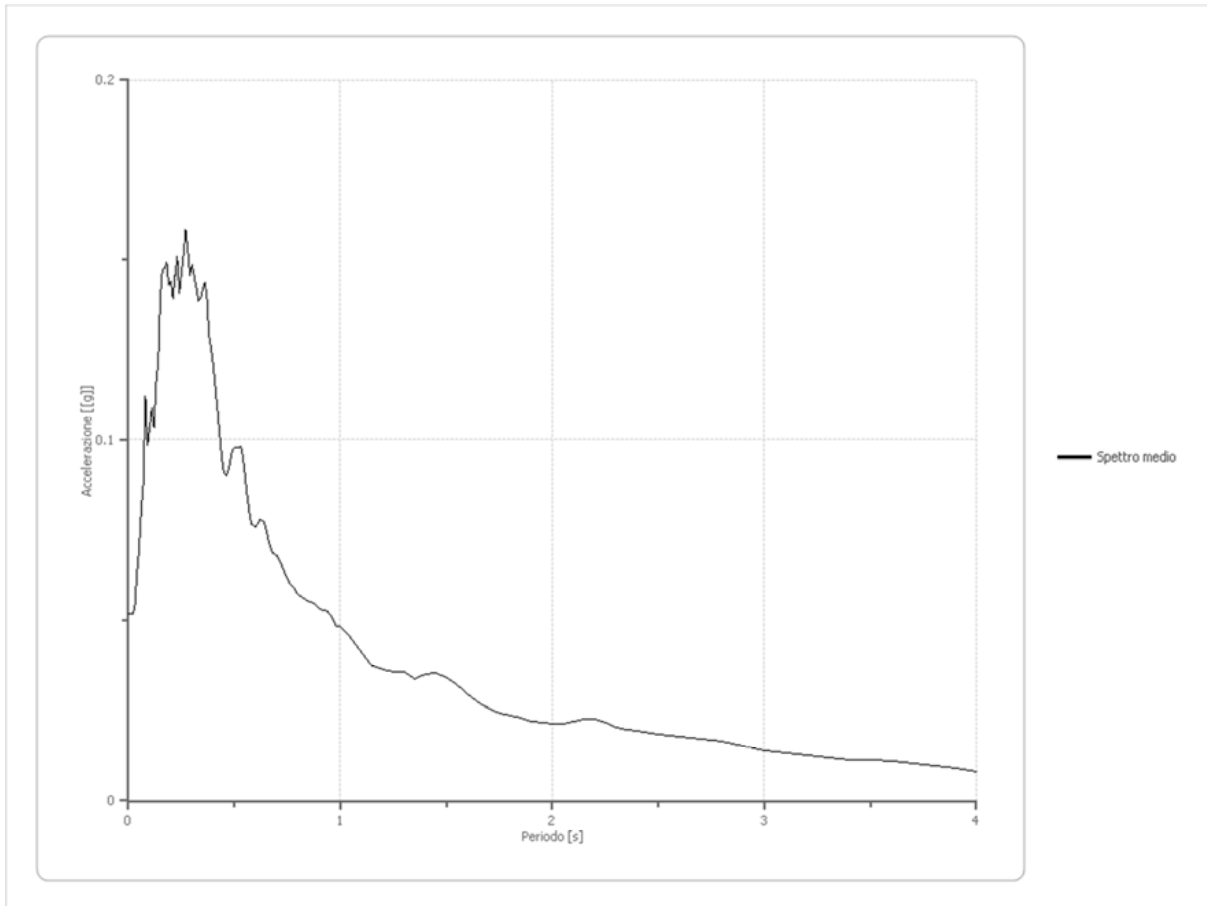
Fattori di amplificazione ICMS 2008

Tai	0.270 [s]
Tvi	1.450 [s]
Tao	0.270 [s]
Tvo	1.450 [s]
Sami	1.192 [m/s ²]
Svmi	0.072 [m/s]
Samo	1.394 [m/s ²]
Svmo	0.080 [m/s]
Fa	1.170 [-]
Fv	1.116 [-]
TB	0.120 [s]
TC	0.361 [s]
TD	1.848 [s]
SA(0)	0.060 [g]
SA(TB)	0.142 [g]

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.0517	0.26	0.1516	0.52	0.0978	0.98	0.0484	2.25	0.0214
0.01	0.0517	0.27	0.1585	0.53	0.0981	1.00	0.0483	2.30	0.0203
0.02	0.0517	0.28	0.1524	0.54	0.0953	1.05	0.0452	2.35	0.0195
0.03	0.0537	0.29	0.1456	0.55	0.0903	1.10	0.0412	2.40	0.0193
0.04	0.0632	0.30	0.1487	0.56	0.0847	1.15	0.0374	2.50	0.0185
0.05	0.0697	0.31	0.1452	0.57	0.0797	1.20	0.0364	2.60	0.0178
0.06	0.0805	0.32	0.1425	0.58	0.0765	1.25	0.0357	2.70	0.0169
0.07	0.0880	0.33	0.1388	0.60	0.0759	1.30	0.0358	2.80	0.0163
0.08	0.1124	0.34	0.1394	0.62	0.0779	1.35	0.0336	2.90	0.0151
0.09	0.0984	0.35	0.1416	0.64	0.0771	1.40	0.0350	3.00	0.0138
0.10	0.1030	0.36	0.1438	0.66	0.0722	1.45	0.0354	3.10	0.0132
0.11	0.1090	0.37	0.1399	0.68	0.0686	1.50	0.0339	3.20	0.0125
0.12	0.1035	0.38	0.1291	0.70	0.0680	1.55	0.0320	3.30	0.0119
0.13	0.1159	0.39	0.1254	0.72	0.0659	1.60	0.0295	3.40	0.0113
0.14	0.1214	0.40	0.1208	0.74	0.0629	1.65	0.0272	3.50	0.0113
0.15	0.1396	0.41	0.1146	0.76	0.0602	1.70	0.0257	3.60	0.0109
0.16	0.1474	0.42	0.1084	0.78	0.0589	1.75	0.0241	3.70	0.0101
0.17	0.1478	0.43	0.1019	0.80	0.0570	1.80	0.0235	3.80	0.0095

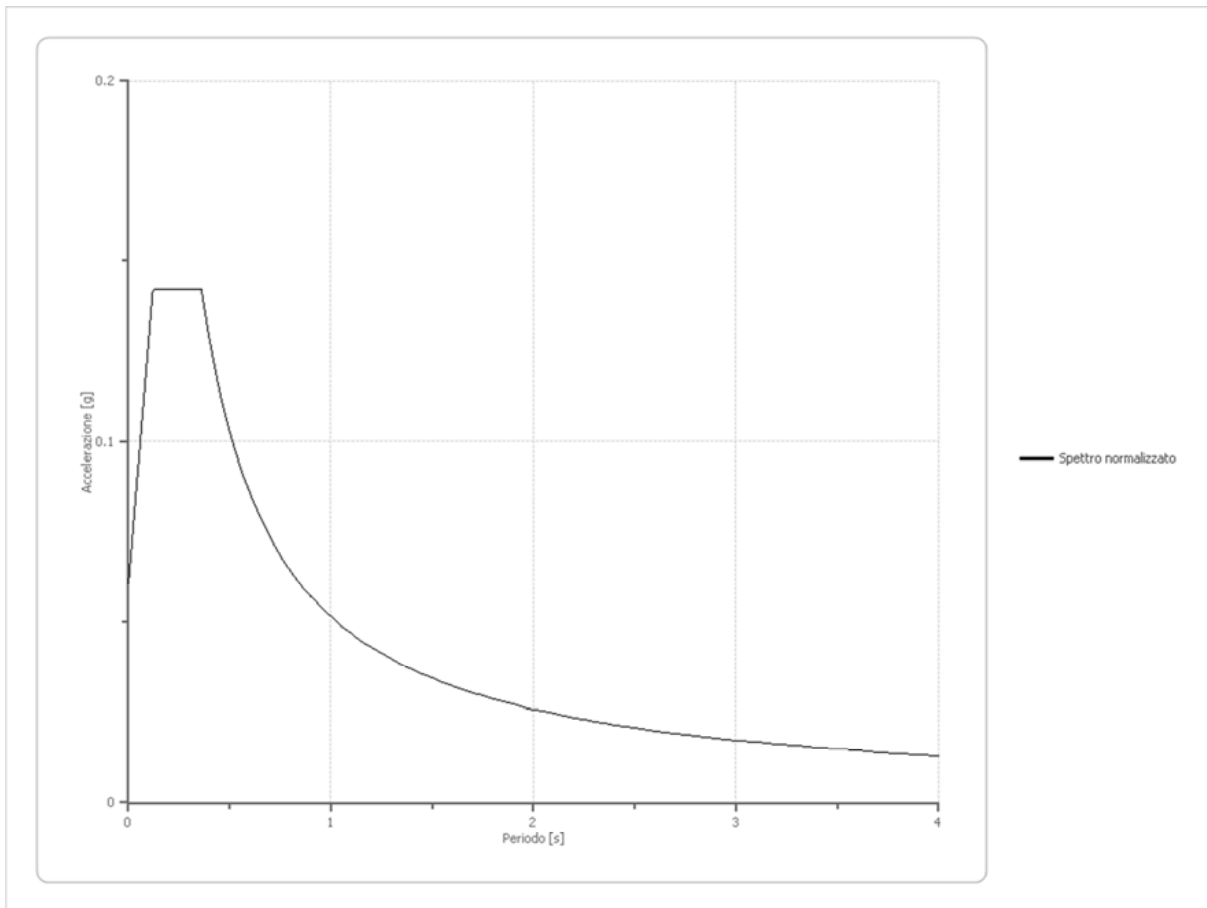
0.18	0.1492	0.44	0.0952	0.82	0.0563	1.85	0.0229	3.90	0.0088
0.19	0.1431	0.45	0.0909	0.84	0.0552	1.90	0.0221	4.00	0.0079
0.20	0.1441	0.46	0.0903	0.86	0.0551	1.95	0.0216		
0.21	0.1393	0.47	0.0917	0.88	0.0542	2.00	0.0212		
0.22	0.1456	0.48	0.0943	0.90	0.0532	2.05	0.0214		
0.23	0.1508	0.49	0.0973	0.92	0.0528	2.10	0.0219		
0.24	0.1409	0.50	0.0979	0.94	0.0523	2.15	0.0226		
0.25	0.1465	0.51	0.0979	0.96	0.0507	2.20	0.0225		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.0605	0.26	0.1421	0.52	0.0988	0.98	0.0524	2.25	0.0228
0.01	0.0673	0.27	0.1421	0.53	0.0969	1.00	0.0514	2.30	0.0223
0.02	0.0740	0.28	0.1421	0.54	0.0951	1.05	0.0489	2.35	0.0219
0.03	0.0808	0.29	0.1421	0.55	0.0934	1.10	0.0467	2.40	0.0214
0.04	0.0876	0.30	0.1421	0.56	0.0917	1.15	0.0447	2.50	0.0205
0.05	0.0944	0.31	0.1421	0.57	0.0901	1.20	0.0428	2.60	0.0198
0.06	0.1012	0.32	0.1421	0.58	0.0886	1.25	0.0411	2.70	0.0190
0.07	0.1079	0.33	0.1421	0.60	0.0856	1.30	0.0395	2.80	0.0183
0.08	0.1147	0.34	0.1421	0.62	0.0828	1.35	0.0380	2.90	0.0177
0.09	0.1215	0.35	0.1421	0.64	0.0803	1.40	0.0367	3.00	0.0171
0.10	0.1283	0.36	0.1421	0.66	0.0778	1.45	0.0354	3.10	0.0166

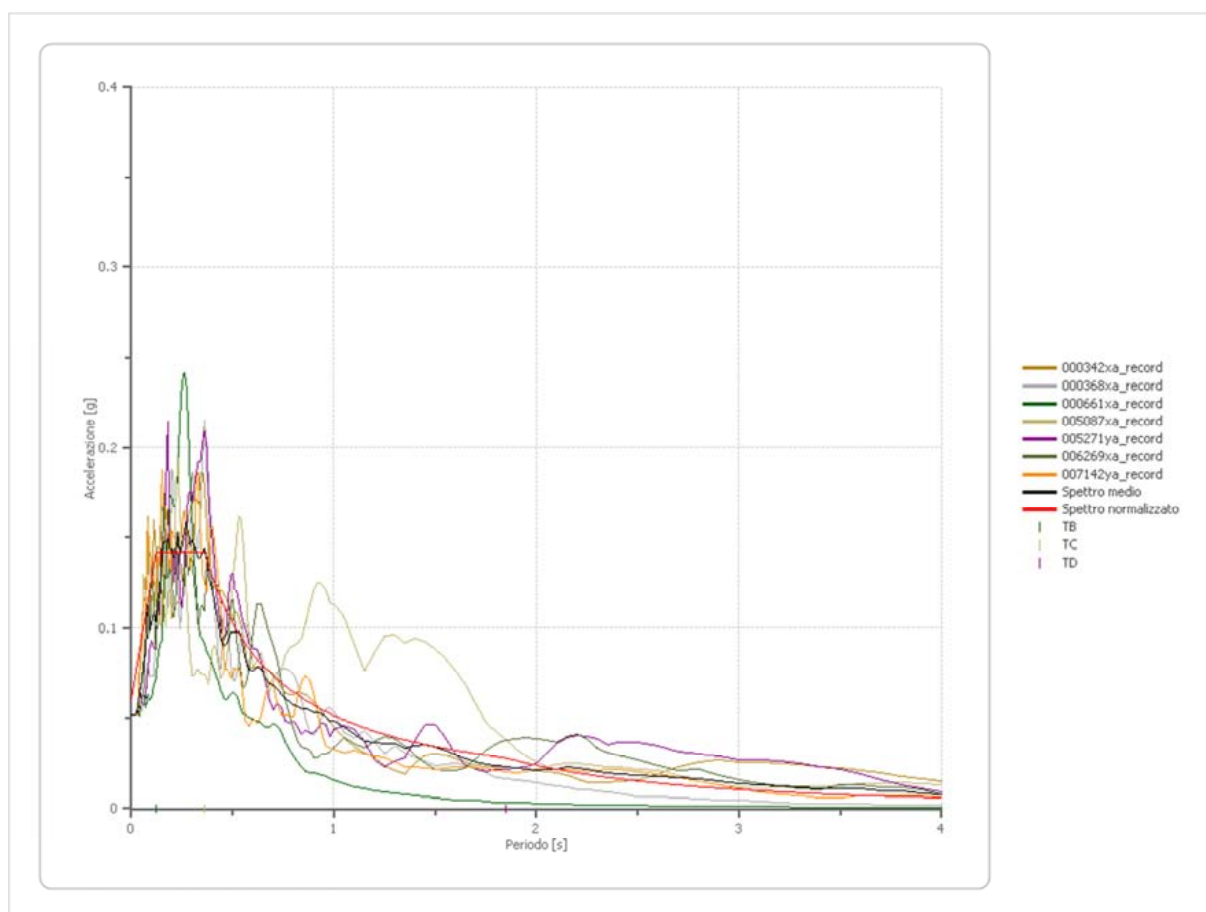
0.11	0.1350	0.37	0.1388	0.68	0.0755	1.50	0.0342	3.20	0.0161
0.12	0.1418	0.38	0.1352	0.70	0.0734	1.55	0.0331	3.30	0.0156
0.13	0.1421	0.39	0.1317	0.72	0.0713	1.60	0.0321	3.40	0.0151
0.14	0.1421	0.40	0.1284	0.74	0.0694	1.65	0.0311	3.50	0.0147
0.15	0.1421	0.41	0.1253	0.76	0.0676	1.70	0.0302	3.60	0.0143
0.16	0.1421	0.42	0.1223	0.78	0.0659	1.75	0.0294	3.70	0.0139
0.17	0.1421	0.43	0.1195	0.80	0.0642	1.80	0.0285	3.80	0.0135
0.18	0.1421	0.44	0.1167	0.82	0.0626	1.85	0.0278	3.90	0.0132
0.19	0.1421	0.45	0.1141	0.84	0.0611	1.90	0.0270	4.00	0.0128
0.20	0.1421	0.46	0.1117	0.86	0.0597	1.95	0.0263		
0.21	0.1421	0.47	0.1093	0.88	0.0584	2.00	0.0257		
0.22	0.1421	0.48	0.1070	0.90	0.0571	2.05	0.0251		
0.23	0.1421	0.49	0.1048	0.92	0.0558	2.10	0.0245		
0.24	0.1421	0.50	0.1027	0.94	0.0546	2.15	0.0239		
0.25	0.1421	0.51	0.1007	0.96	0.0535	2.20	0.0233		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.060	2.350	--	0.120	0.361	1.848	0.060	0.142

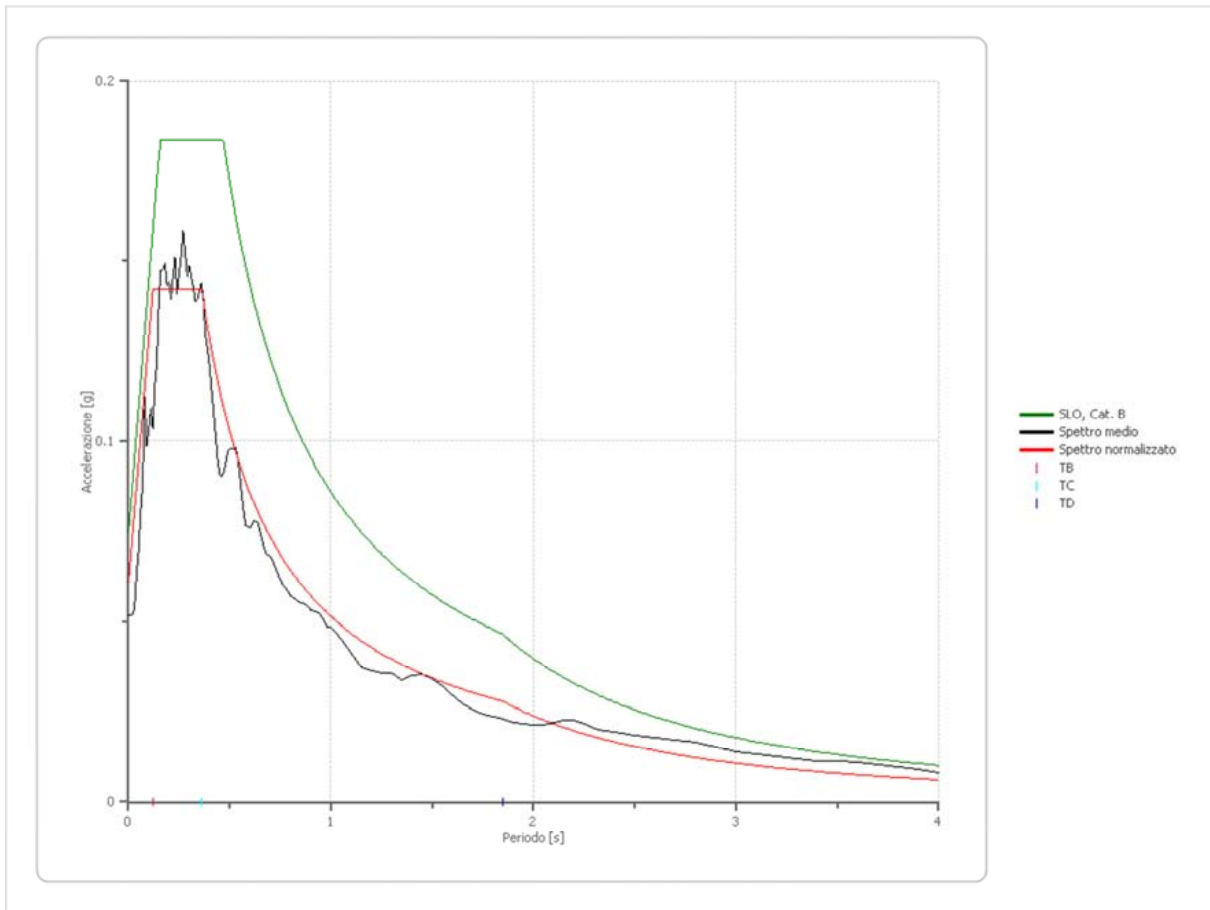
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	68	113	1068	2193
ag [g]	0.062	0.077	0.179	0.223
Fo	2.467	2.473	2.588	2.663
Tc* [s]	0.344	0.371	0.464	0.485
Ss	1.20	1.20	1.20	1.16
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.36	1.34	1.28	1.27
TB [s]	0.156	0.166	0.198	0.206
TC [s]	0.468	0.498	0.595	0.617
TD [s]	1.848	1.908	2.316	2.492
Se(0) [g]	0.074	0.092	0.215	0.259
Se(TB) [g]	0.183	0.228	0.556	0.690



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 1.49 E-04

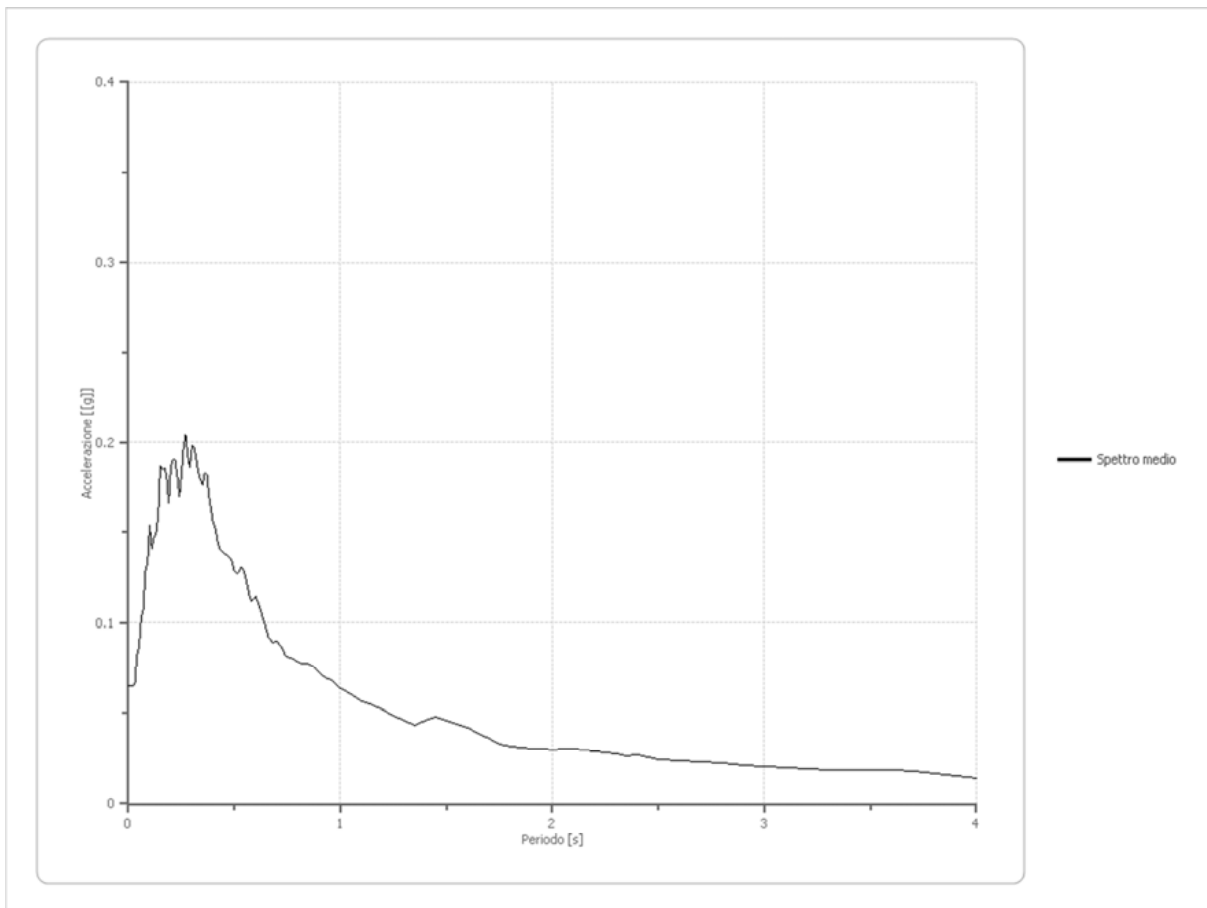
Fattori di amplificazione ICMS 2008

Tai	0.270 [s]
Tvi	3.800 [s]
Tao	0.270 [s]
Tvo	3.800 [s]
Sami	1.526 [m/s ²]
Svmi	0.099 [m/s]
Samo	1.790 [m/s ²]
Svmo	0.107 [m/s]
Fa	1.173 [-]
Fv	1.083 [-]
TB	0.126 [s]
TC	0.377 [s]
TD	1.908 [s]
SA(0)	0.076 [g]
SA(TB)	0.182 [g]

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.0647	0.26	0.1979	0.52	0.1284	0.98	0.0652	2.25	0.0279
0.01	0.0647	0.27	0.2040	0.53	0.1307	1.00	0.0634	2.30	0.0273
0.02	0.0647	0.28	0.1918	0.54	0.1303	1.05	0.0601	2.35	0.0264
0.03	0.0664	0.29	0.1864	0.55	0.1269	1.10	0.0565	2.40	0.0266
0.04	0.0819	0.30	0.1985	0.56	0.1209	1.15	0.0540	2.50	0.0245
0.05	0.0869	0.31	0.1968	0.57	0.1153	1.20	0.0520	2.60	0.0235
0.06	0.1019	0.32	0.1903	0.58	0.1120	1.25	0.0484	2.70	0.0226
0.07	0.1075	0.33	0.1836	0.60	0.1146	1.30	0.0458	2.80	0.0220
0.08	0.1288	0.34	0.1792	0.62	0.1083	1.35	0.0430	2.90	0.0213
0.09	0.1337	0.35	0.1766	0.64	0.1004	1.40	0.0455	3.00	0.0204
0.10	0.1536	0.36	0.1836	0.66	0.0924	1.45	0.0476	3.10	0.0199
0.11	0.1415	0.37	0.1829	0.68	0.0888	1.50	0.0461	3.20	0.0192
0.12	0.1471	0.38	0.1699	0.70	0.0898	1.55	0.0440	3.30	0.0186
0.13	0.1491	0.39	0.1623	0.72	0.0873	1.60	0.0416	3.40	0.0184
0.14	0.1589	0.40	0.1554	0.74	0.0817	1.65	0.0385	3.50	0.0186
0.15	0.1875	0.41	0.1518	0.76	0.0805	1.70	0.0358	3.60	0.0184
0.16	0.1853	0.42	0.1456	0.78	0.0802	1.75	0.0329	3.70	0.0175
0.17	0.1857	0.43	0.1413	0.80	0.0776	1.80	0.0314	3.80	0.0162
0.18	0.1814	0.44	0.1401	0.82	0.0772	1.85	0.0306	3.90	0.0150

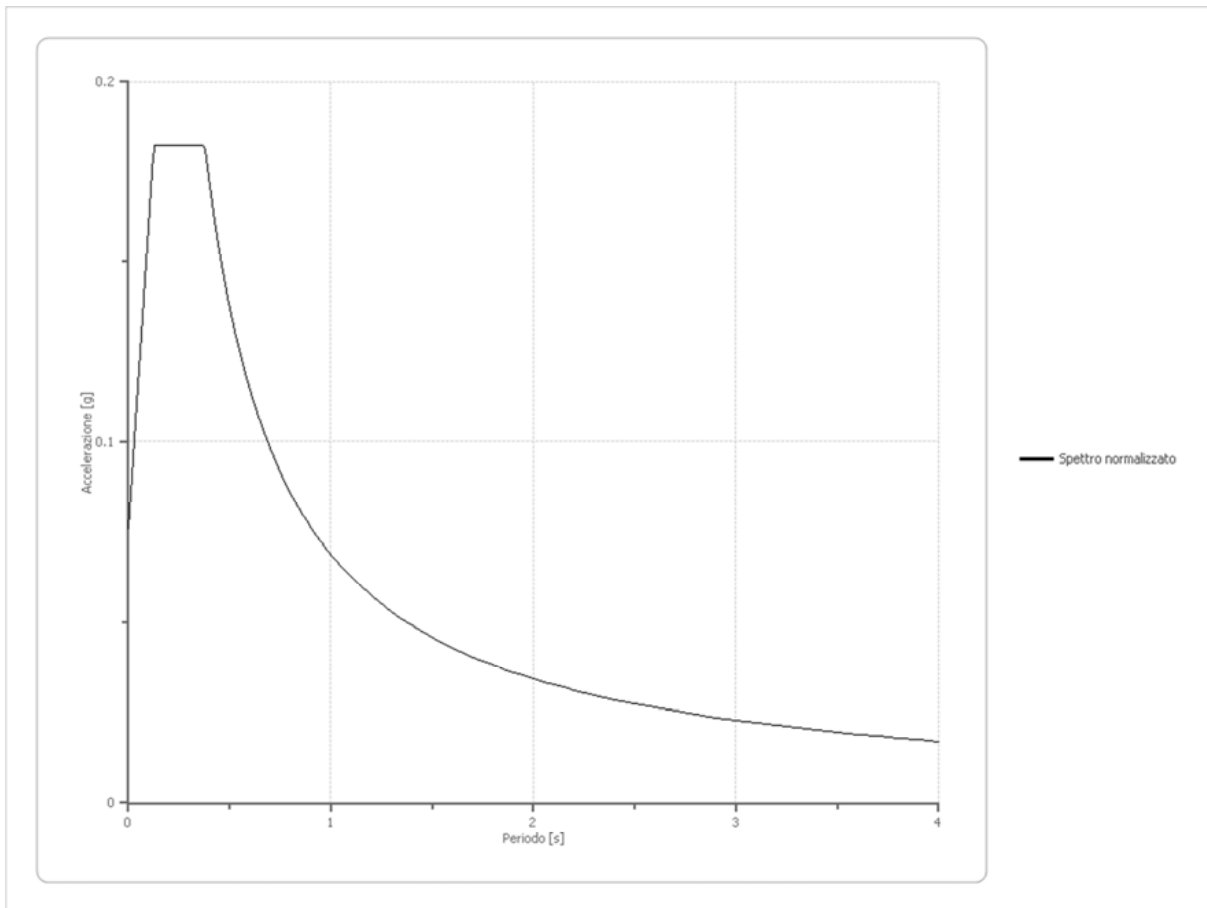
0.19	0.1664	0.45	0.1389	0.84	0.0774	1.90	0.0299	4.00	0.0139
0.20	0.1873	0.46	0.1379	0.86	0.0766	1.95	0.0300		
0.21	0.1902	0.47	0.1377	0.88	0.0746	2.00	0.0298		
0.22	0.1908	0.48	0.1363	0.90	0.0718	2.05	0.0300		
0.23	0.1822	0.49	0.1335	0.92	0.0699	2.10	0.0299		
0.24	0.1701	0.50	0.1289	0.94	0.0689	2.15	0.0298		
0.25	0.1821	0.51	0.1273	0.96	0.0678	2.20	0.0291		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.0759	0.26	0.1824	0.52	0.1321	0.98	0.0701	2.25	0.0305
0.01	0.0844	0.27	0.1824	0.53	0.1296	1.00	0.0687	2.30	0.0299
0.02	0.0929	0.28	0.1824	0.54	0.1272	1.05	0.0654	2.35	0.0292
0.03	0.1014	0.29	0.1824	0.55	0.1249	1.10	0.0625	2.40	0.0286
0.04	0.1099	0.30	0.1824	0.56	0.1227	1.15	0.0597	2.50	0.0275
0.05	0.1183	0.31	0.1824	0.57	0.1205	1.20	0.0573	2.60	0.0264
0.06	0.1268	0.32	0.1824	0.58	0.1185	1.25	0.0550	2.70	0.0254
0.07	0.1353	0.33	0.1824	0.60	0.1145	1.30	0.0528	2.80	0.0245
0.08	0.1438	0.34	0.1824	0.62	0.1108	1.35	0.0509	2.90	0.0237
0.09	0.1523	0.35	0.1824	0.64	0.1073	1.40	0.0491	3.00	0.0229
0.10	0.1608	0.36	0.1824	0.66	0.1041	1.45	0.0474	3.10	0.0222
0.11	0.1692	0.37	0.1824	0.68	0.1010	1.50	0.0458	3.20	0.0215

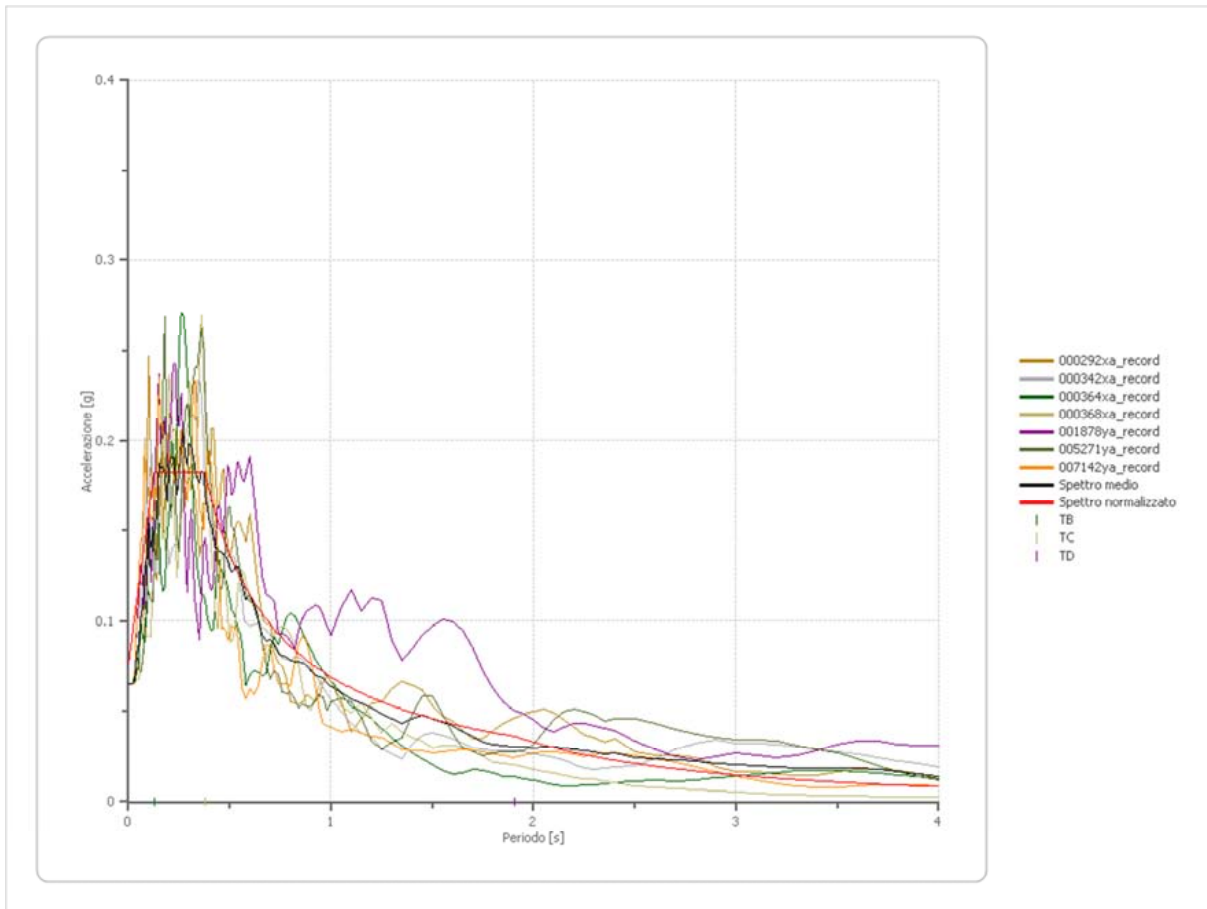
0.12	0.1777	0.38	0.1808	0.70	0.0981	1.55	0.0443	3.30	0.0208
0.13	0.1824	0.39	0.1762	0.72	0.0954	1.60	0.0429	3.40	0.0202
0.14	0.1824	0.40	0.1718	0.74	0.0928	1.65	0.0416	3.50	0.0196
0.15	0.1824	0.41	0.1676	0.76	0.0904	1.70	0.0404	3.60	0.0191
0.16	0.1824	0.42	0.1636	0.78	0.0881	1.75	0.0393	3.70	0.0186
0.17	0.1824	0.43	0.1598	0.80	0.0859	1.80	0.0382	3.80	0.0181
0.18	0.1824	0.44	0.1561	0.82	0.0838	1.85	0.0371	3.90	0.0176
0.19	0.1824	0.45	0.1527	0.84	0.0818	1.90	0.0362	4.00	0.0172
0.20	0.1824	0.46	0.1494	0.86	0.0799	1.95	0.0352		
0.21	0.1824	0.47	0.1462	0.88	0.0781	2.00	0.0344		
0.22	0.1824	0.48	0.1431	0.90	0.0763	2.05	0.0335		
0.23	0.1824	0.49	0.1402	0.92	0.0747	2.10	0.0327		
0.24	0.1824	0.50	0.1374	0.94	0.0731	2.15	0.0320		
0.25	0.1824	0.51	0.1347	0.96	0.0716	2.20	0.0312		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.076	2.403	--	0.126	0.377	1.908	0.076	0.182

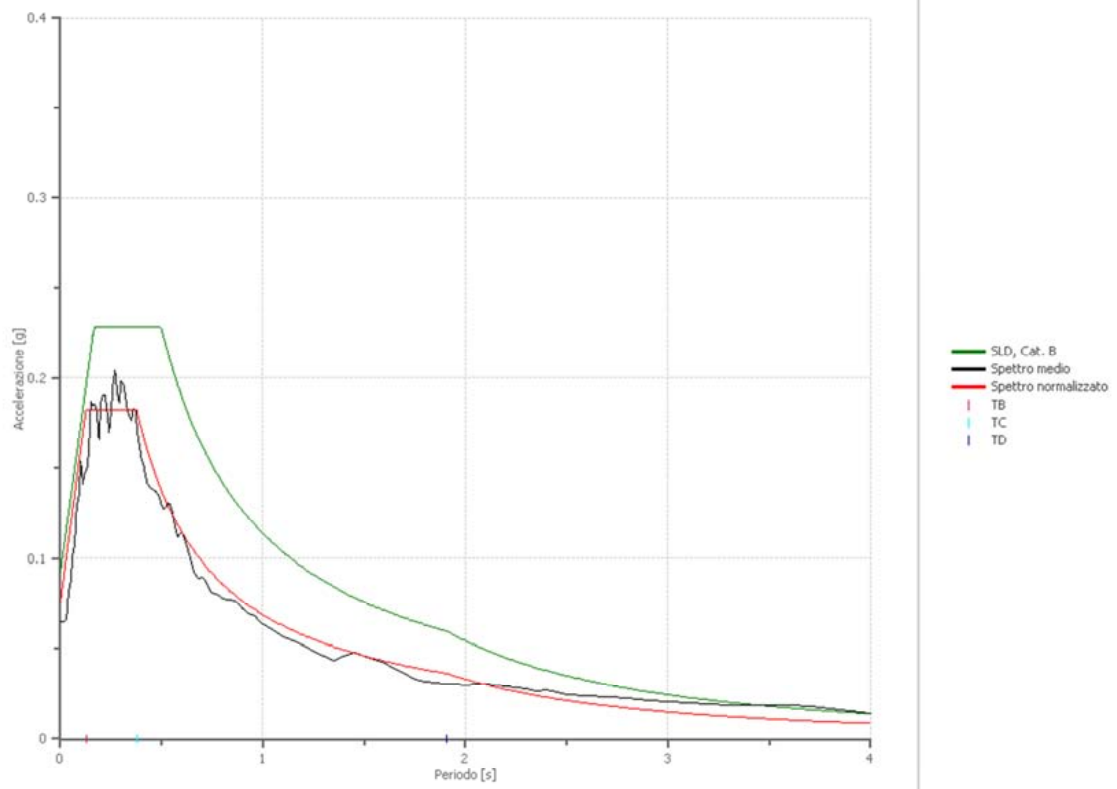
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	68	113	1068	2193
ag [g]	0.062	0.077	0.179	0.223
Fo	2.467	2.473	2.588	2.663
Tc* [s]	0.344	0.371	0.464	0.485
Ss	1.20	1.20	1.20	1.16
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.36	1.34	1.28	1.27
TB [s]	0.156	0.166	0.198	0.206
TC [s]	0.468	0.498	0.595	0.617
TD [s]	1.848	1.908	2.316	2.492
Se(0) [g]	0.074	0.092	0.215	0.259
Se(TB) [g]	0.183	0.228	0.556	0.690



Elaborazione Analisi per lo stato limite SLV

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

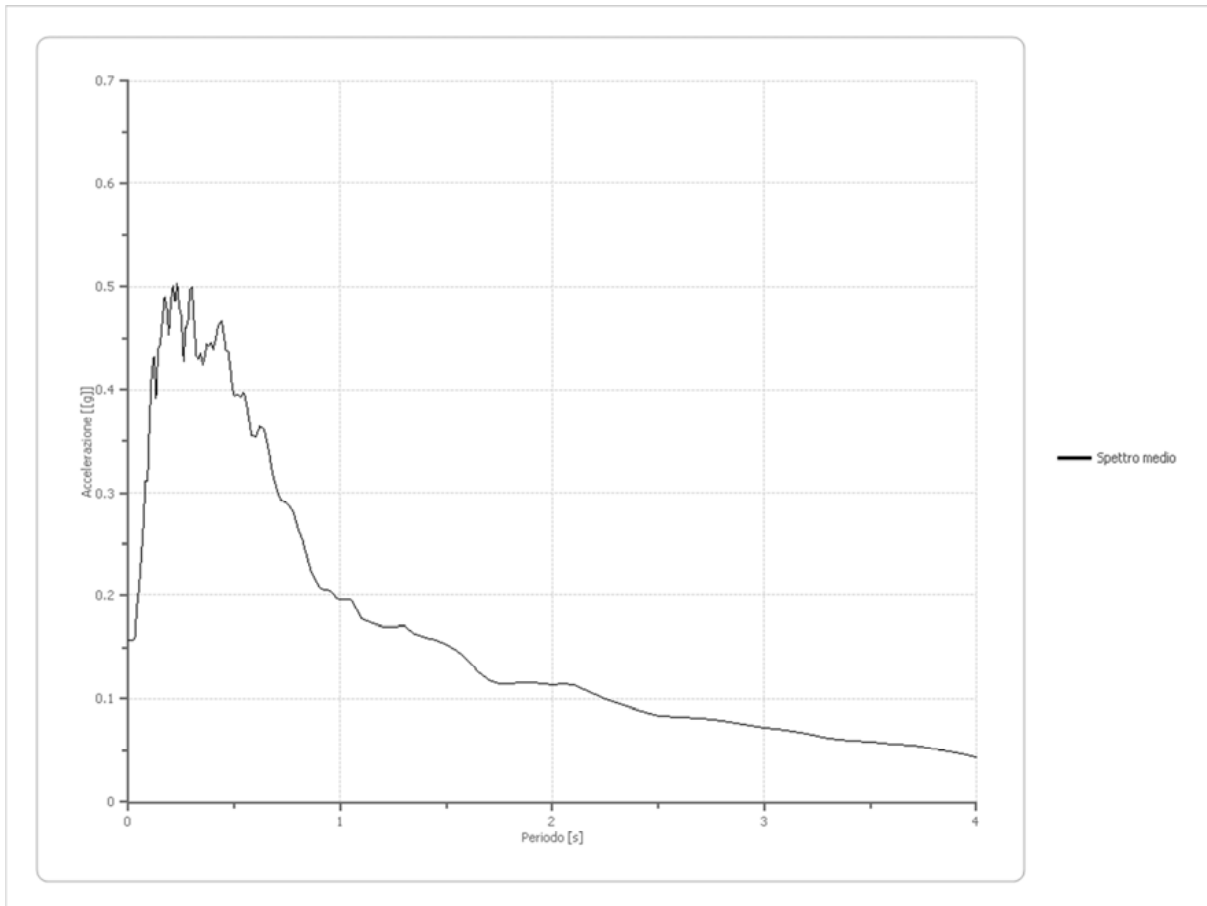
Fattori di amplificazione ICMS 2008

Tai	0.210 [s]
Tvi	2.200 [s]
Tao	0.230 [s]
Tvo	2.150 [s]
Sami	3.850 [m/s ²]
Svmi	0.320 [m/s]
Samo	4.538 [m/s ²]
Svmo	0.362 [m/s]
Fa	1.179 [-]
Fv	1.130 [-]
TB	0.167 [s]
TC	0.501 [s]
TD	2.316 [s]
SA(0)	0.185 [g]
SA(TB)	0.463 [g]

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1566	0.26	0.4269	0.52	0.3954	0.98	0.1973	2.25	0.0998
0.01	0.1566	0.27	0.4608	0.53	0.3933	1.00	0.1958	2.30	0.0966
0.02	0.1566	0.28	0.4654	0.54	0.3981	1.05	0.1958	2.35	0.0924
0.03	0.1594	0.29	0.4968	0.55	0.3942	1.10	0.1774	2.40	0.0891
0.04	0.1887	0.30	0.4992	0.56	0.3828	1.15	0.1729	2.50	0.0834
0.05	0.2076	0.31	0.4637	0.57	0.3688	1.20	0.1695	2.60	0.0821
0.06	0.2372	0.32	0.4335	0.58	0.3547	1.25	0.1694	2.70	0.0813
0.07	0.2674	0.33	0.4296	0.60	0.3542	1.30	0.1707	2.80	0.0791
0.08	0.3111	0.34	0.4350	0.62	0.3640	1.35	0.1626	2.90	0.0758
0.09	0.3110	0.35	0.4237	0.64	0.3609	1.40	0.1587	3.00	0.0725
0.10	0.3738	0.36	0.4317	0.66	0.3424	1.45	0.1569	3.10	0.0697
0.11	0.4175	0.37	0.4446	0.68	0.3187	1.50	0.1521	3.20	0.0661
0.12	0.4319	0.38	0.4421	0.70	0.3035	1.55	0.1463	3.30	0.0623
0.13	0.3918	0.39	0.4452	0.72	0.2921	1.60	0.1371	3.40	0.0597
0.14	0.4399	0.40	0.4389	0.74	0.2911	1.65	0.1262	3.50	0.0587
0.15	0.4432	0.41	0.4482	0.76	0.2879	1.70	0.1178	3.60	0.0565
0.16	0.4687	0.42	0.4594	0.78	0.2798	1.75	0.1142	3.70	0.0545
0.17	0.4908	0.43	0.4655	0.80	0.2641	1.80	0.1144	3.80	0.0519
0.18	0.4828	0.44	0.4679	0.82	0.2541	1.85	0.1156	3.90	0.0482
0.19	0.4536	0.45	0.4521	0.84	0.2389	1.90	0.1151	4.00	0.0438

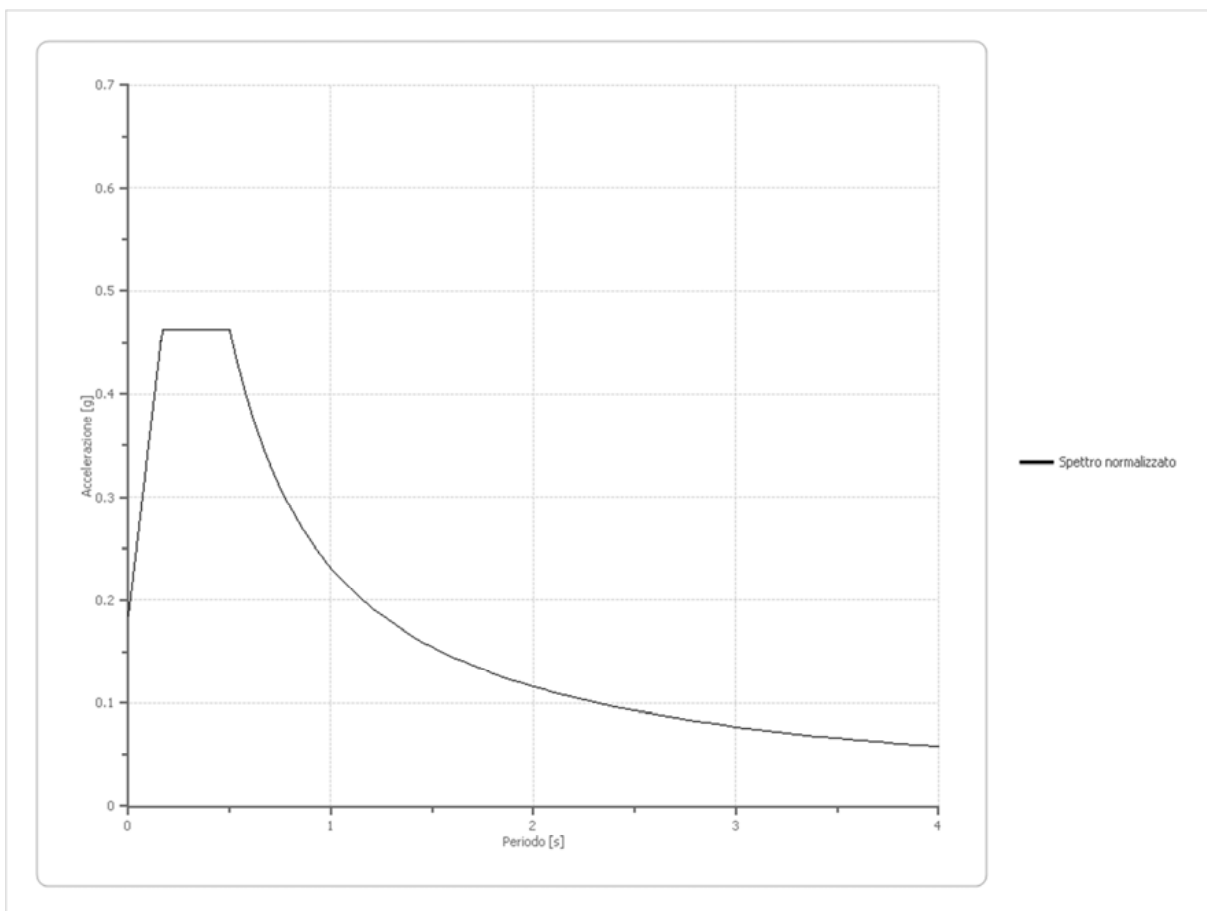
0.20	0.4868	0.46	0.4380	0.86	0.2247	1.95	0.1148		
0.21	0.5007	0.47	0.4376	0.88	0.2161	2.00	0.1136		
0.22	0.4864	0.48	0.4227	0.90	0.2079	2.05	0.1146		
0.23	0.5034	0.49	0.4025	0.92	0.2050	2.10	0.1130		
0.24	0.4795	0.50	0.3938	0.94	0.2053	2.15	0.1090		
0.25	0.4721	0.51	0.3958	0.96	0.2026	2.20	0.1045		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1846	0.26	0.4626	0.52	0.4454	0.98	0.2363	2.25	0.1029
0.01	0.2013	0.27	0.4626	0.53	0.4370	1.00	0.2316	2.30	0.1007
0.02	0.2179	0.28	0.4626	0.54	0.4289	1.05	0.2206	2.35	0.0986
0.03	0.2346	0.29	0.4626	0.55	0.4211	1.10	0.2105	2.40	0.0965
0.04	0.2512	0.30	0.4626	0.56	0.4136	1.15	0.2014	2.50	0.0926
0.05	0.2679	0.31	0.4626	0.57	0.4063	1.20	0.1930	2.60	0.0891
0.06	0.2845	0.32	0.4626	0.58	0.3993	1.25	0.1853	2.70	0.0858
0.07	0.3012	0.33	0.4626	0.60	0.3860	1.30	0.1782	2.80	0.0827
0.08	0.3178	0.34	0.4626	0.62	0.3735	1.35	0.1716	2.90	0.0799
0.09	0.3345	0.35	0.4626	0.64	0.3619	1.40	0.1654	3.00	0.0772
0.10	0.3512	0.36	0.4626	0.66	0.3509	1.45	0.1597	3.10	0.0747
0.11	0.3678	0.37	0.4626	0.68	0.3406	1.50	0.1544	3.20	0.0724
0.12	0.3845	0.38	0.4626	0.70	0.3309	1.55	0.1494	3.30	0.0702

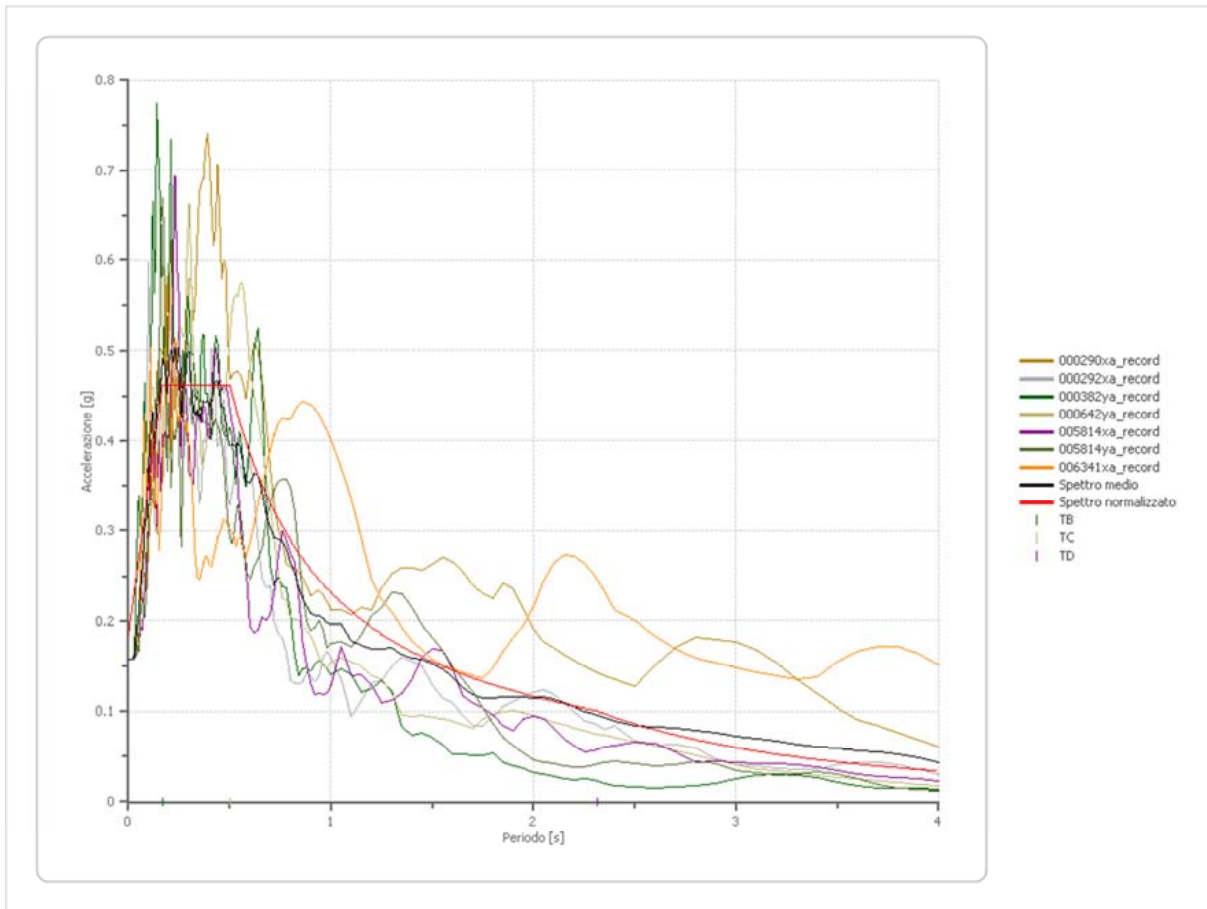
0.13	0.4011	0.39	0.4626	0.72	0.3217	1.60	0.1448	3.40	0.0681
0.14	0.4178	0.40	0.4626	0.74	0.3130	1.65	0.1404	3.50	0.0662
0.15	0.4344	0.41	0.4626	0.76	0.3047	1.70	0.1362	3.60	0.0643
0.16	0.4511	0.42	0.4626	0.78	0.2969	1.75	0.1323	3.70	0.0626
0.17	0.4626	0.43	0.4626	0.80	0.2895	1.80	0.1287	3.80	0.0609
0.18	0.4626	0.44	0.4626	0.82	0.2824	1.85	0.1252	3.90	0.0594
0.19	0.4626	0.45	0.4626	0.84	0.2757	1.90	0.1219	4.00	0.0579
0.20	0.4626	0.46	0.4626	0.86	0.2693	1.95	0.1188		
0.21	0.4626	0.47	0.4626	0.88	0.2632	2.00	0.1158		
0.22	0.4626	0.48	0.4626	0.90	0.2573	2.05	0.1130		
0.23	0.4626	0.49	0.4626	0.92	0.2517	2.10	0.1103		
0.24	0.4626	0.50	0.4626	0.94	0.2464	2.15	0.1077		
0.25	0.4626	0.51	0.4541	0.96	0.2413	2.20	0.1053		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.185	2.505	--	0.167	0.501	2.316	0.185	0.463

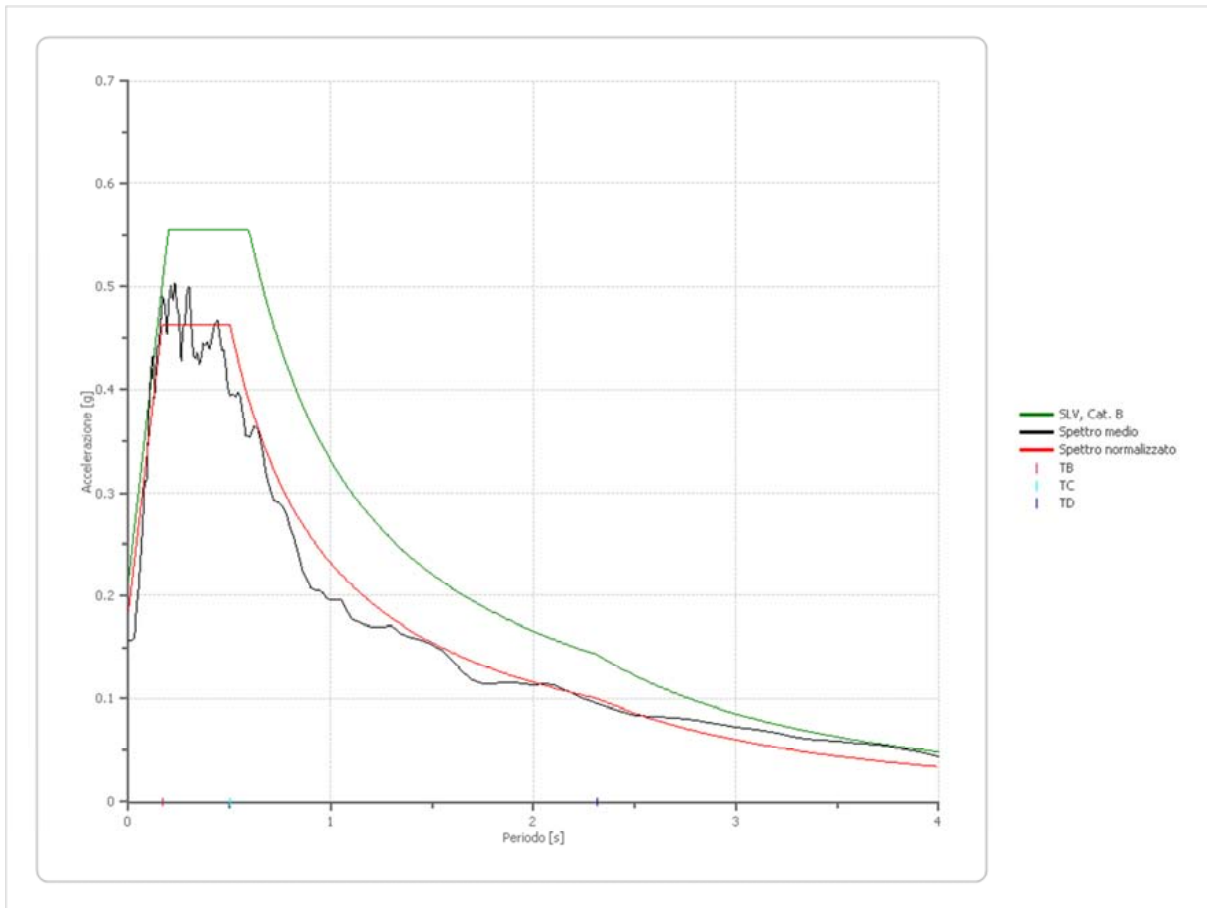
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	68	113	1068	2193
ag [g]	0.062	0.077	0.179	0.223
Fo	2.467	2.473	2.588	2.663
Tc* [s]	0.344	0.371	0.464	0.485
Ss	1.20	1.20	1.20	1.16
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.36	1.34	1.28	1.27
TB [s]	0.156	0.166	0.198	0.206
TC [s]	0.468	0.498	0.595	0.617
TD [s]	1.848	1.908	2.316	2.492
Se(0) [g]	0.074	0.092	0.215	0.259
Se(TB) [g]	0.183	0.228	0.556	0.690



L'analisi di Risposta Sismica Locale condotta ha consentito di determinare gli spettri normalizzati caratteristici del sito esaminato, e di confrontarli con quelli di normativa.

Ai fini del calcolo strutturale, **si consiglia l'utilizzo degli spettri di normativa**, in quanto più cautelativi rispetto a quelli normalizzati, come si evince dal confronto degli stessi nell'analisi sismica locale;