

### Regolarizzazione di uno spettro ottenuto con gli studi di MS di livello 3

La procedura di regolarizzazione già adottata in altri progetti a scala nazionale (Liberatore e Pagliaroli, 2014) permette di trasformare lo spettro di risposta, risultato delle simulazioni numeriche nell'ambito degli studi di MS di livello 3, in uno spettro con forma standard (norme tecniche per le costruzioni), costituita da un ramo con accelerazione crescente lineare, un ramo ad accelerazione costante, ed un ramo in cui l'accelerazione decresce con  $1/T$ , e quindi a velocità costante.

Alla fine della procedura saranno disponibili anche tutti i parametri per l'inserimento dello spettro elastico in codici di calcolo per la progettazione e la verifica delle costruzioni ( $a_g, a_{max}, T_B, T_C, T_D, T_C^*, F_0, \xi, \eta, S_S, S_T$ ). Indicando con  $SA$  lo spettro di risposta elastico in pseudoaccelerazione e  $SV$  lo spettro di risposta elastico in pseudovelocità, ottenuti dalle simulazioni numeriche, i passi della procedura di regolarizzazione sono i seguenti:

- Si calcola lo spettro di pseudoaccelerazione ( $SA$ ) e si determina il periodo proprio ( $TA$ ) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudoaccelerazione
- Si calcola il valore medio dello spettro ( $SA_m$ ) nell'intorno di  $TA$  tra  $0.5T$  e  $1.5T$ , questo valore sarà assunto come valore costante del tratto ad accelerazione costante dello spettro standard:

$$SA_m = \frac{1}{TA} \int_{0.5*TA}^{1.5*TA} SA(T) dT$$

- Si determina lo spettro di pseudovelocità ( $SV$ ) a partire da quello di accelerazione, moltiplicando le ordinate spettrali di quest'ultimo per l'inverso della corrispondente frequenza circolare  $\omega = 2\pi/T$ :

$$SV(T) = SA(T) * \frac{T}{2\pi}$$

e quindi si individua il periodo ( $TV$ ) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudovelocità;

- Si calcola il valore medio dello spettro ( $SV_m$ ) nell'intorno di  $TV$  nell'intorno tra  $0.8T$  e  $1.2T$ :

$$SV_m = \frac{1}{0.4*TV} \int_{0.8*TV}^{1.2*TV} SV(T) dT$$

- Si determina il periodo in corrispondenza del quale si incontrano i due rami dello spettro ad accelerazione costante e velocità costante:

$$T_c = 2\pi \frac{SV_m}{SA_m};$$

- Si determina  $T_B=1/3*T_C$  e  $T_D=4.0*a_{max}/g + 1.6$  (secondo quanto indicato dalla normativa), con  $a_{max}$  punto di ancoraggio a  $T=0$  dello spettro di output. Poiché il valore di  $a_{max}$  non è generalmente fornito nello spettro delle simulazioni numeriche si procede per estrapolazione lineare, secondo la seguente equazione:

$$a_{max} = \left( \frac{S_e(T = 0.01s)}{SA_m} - \frac{0.01}{T_B} \right) \left( \frac{SA_m}{1 - \frac{0.01}{T_B}} \right)$$

con  $S_e$  ( $T=0.01s$ ) ordinata dello spettro di accelerazione per  $T=0.01s$ , primo valore del periodo nello spettro elastico delle simulazioni numeriche.

- Si applicano le equazioni riportate in NTC (2018) per la determinazione dei tratti dello spettro tra  $T_A=0$ ,  $T_B, T_C, T_D$ , fino a un  $T$  di interesse.

h) Si termina il parametro  $F_0$  come rapporto  $SA_m / a_{max}$

Infine, al solo fine di fornire dati congruenti ai codici di calcolo per l'analisi e la verifica delle costruzioni si potranno utilizzare i seguenti valori dei parametri richiesti  $a_g = a_{max}$ ;  $\xi = 5\%$ ;  $\eta = 1$ ;  $S_S = 1$ ;  $S_T = 1$ . Va sottolineato che i valori di  $a_g$ ,  $S_S$  e  $S_T$  forniti al programma sono evidentemente fittizi, in quanto non riferiti alla condizione ideale di suolo rigido e pianeggiante, come è per definizione nelle norme tecniche per le costruzioni, essendo gli effetti di amplificazione stratigrafica e morfologica già messi in conto nei risultati delle analisi della RSL.

Questa procedura di regolarizzazione può essere utilizzata anche per lo spettro di input, utilizzando  $a_g$  invece che  $a_{max}$ .