

Le 10 domande più interessanti sul sismabonus

Sismabonus e classificazione sismica sono temi di grande attualità, 2S.I. ha sviluppato PRO_SMB nel 2017 e lo ha costantemente aggiornato. In questo articolo sono raccolte le domande più interessanti che i progettisti hanno posto in questi anni.

Il decreto-legge numero 34 del 19 maggio 2020, meglio noto come “decreto rilancio” ha fatto tornare di attualità il tema del sismabonus e della classificazione sismica.

A partire da febbraio 2017, data di uscita del primo testo sulle “Linee Guida per la classificazione del rischio sismico”, 2S.I. sviluppa e distribuisce il modulo [PRO_SMB](#) per la classificazione sismica delle strutture. Il modulo è in costante aggiornamento ed è stato di volta in volta rivisto a seguito delle varie modifiche ed integrazioni previsti dai relativi decreti.

In questo articolo lasceremo da parte gli aspetti “burocratici”, tema che in questo periodo è già stato ampiamente trattato un po’ ovunque, ma entriamo nel dettaglio della classificazione sismica degli edifici e cerchiamo di dare una risposta alle domande più frequenti sull’applicazione pratica del modulo.

1) Perché il TRc utilizzato ai fini della classificazione è diverso da quello indicato nella normativa?

Per il calcolo del TR ai fini della classificazione viene utilizzata la correlazione indicata nell'allegato A delle Linee Guida per la classificazione del rischio sismico:

- 2) Note le accelerazioni al suolo, PGA_C , che producono il raggiungimento degli stati limite sopra detti, si determinano i corrispondenti periodi di ritorno, T_{RC} , associati ai terremoti che generano tali accelerazioni. In assenza di più specifiche valutazioni, il passaggio dalle PGA_C ai valori del periodo di ritorno possono essere eseguiti utilizzando la seguente relazione⁽⁴⁾:

$$T_{RC} = T_{RD} (PGA_C/PGA_D)^\eta$$

con $\eta = 1/0,41$.

(3) Laddove si valuti il PAM ricorrendo alla determinazione dei punti corrispondenti a soli due stati limite, ai λ degli altri due stati limite potranno essere attribuiti i valori: $\lambda_{SLO} = 1,67\lambda_{SLD}$, $\lambda_{SLC} = 0,49\lambda_{SLV}$.

(4) La relazione fornita è media sull'intero territorio nazionale; per riferirsi più puntualmente all'intensità sismica di appartenenza si possono utilizzare le formule appresso riportate, con riferimento all'accelerazione massima su roccia a_g . I valori sono: $\eta = 1/0,49$ per $a_g \geq 0,25g$; $\eta = 1/0,43$ per $0,25g \geq a_g \geq 0,15g$; $\eta = 1/0,356$ per $0,15g \geq a_g \geq 0,05g$; $\eta = 1/0,34$ per $0,05g \geq a_g$.

(5) I valori riportati in tabella fanno riferimento a situazioni tipiche di edifici con struttura in c.a. e in muratura per civile abitazione e hanno pertanto carattere di convenzionalità per edifici con caratteristiche diverse, come ad esempio quelli in cui le opere di finitura e le componenti impiantistiche hanno carattere preponderante nella valutazione dei costi. Successive implementazioni delle presenti linee guida potranno definire in maniera più puntuale il trattamento di tali situazioni.

Si prenda questo esempio in località Messina classe d'uso II, categoria suolo A, categoria topografica T1:

Località e pericolosità sismica...

Zona sismica
ex OPCM 3274

1

[1-4]

ag prevista

0.249

[g]

PGA IS-V

0.249

[g]

Classe d'uso II

Categoria suolo A

Categoria topografica T1

Quota pendio
[0-100]

0.0

[%]

$\eta = 1/0.43$ (poiché considerando il 100% il valore di a_g su suolo elastico è compreso tra 0.15 e 0.25g)

TR ai fini del sismabonus è ottenuto con la formula $T_{RC} = T_{RD} \left(\frac{PGA_C}{PGA_D} \right)^\eta$

TR ai fini delle NTC 2018 si ottiene per iterazioni partendo dalle tabelle presenti nell'allegato della normativa fino ad ottenere valore di $PGA_C = \xi * PGA_D$

ID	LON	LAT	$T_R=33$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
			a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C	a_g	F_a	T_C
9438	13.706	46.185	0.564	2.47	0.23	0.759	2.49	0.25	0.925	2.46	0.26	1.097	2.44	0.27	1.286	2.43	0.28	1.504	2.41	0.29	2.230	2.40	0.32	3.000	2.41	0.34	4.341	2.40	0.37
9216	13.706	46.235	0.554	2.47	0.23	0.745	2.49	0.25	0.909	2.47	0.26	1.082	2.43	0.27	1.269	2.42	0.28	1.506	2.41	0.29	2.206	2.40	0.32	2.974	2.41	0.34	4.307	2.40	0.37
8150	13.706	46.385	0.484	2.46	0.23	0.644	2.44	0.25	0.778	2.47	0.26	0.934	2.46	0.27	1.095	2.43	0.28	1.268	2.43	0.29	1.907	2.42	0.32	2.583	2.42	0.34	3.760	2.41	0.36
0320	13.707	46.435	0.440	2.50	0.23	0.580	2.47	0.25	0.713	2.45	0.26	0.847	2.47	0.27	0.995	2.46	0.28	1.162	2.44	0.29	1.732	2.44	0.32	2.345	2.45	0.34	3.400	2.44	0.36
8106	13.707	46.485	0.395	2.49	0.23	0.537	2.47	0.25	0.641	2.46	0.27	0.761	2.44	0.28	0.893	2.45	0.29	1.058	2.44	0.30	1.538	2.46	0.33	2.079	2.47	0.34	2.950	2.49	0.38
7884	13.707	46.535	0.348	2.56	0.23	0.483	2.45	0.25	0.570	2.48	0.27	0.679	2.45	0.28	0.787	2.43	0.29	0.926	2.45	0.31	1.344	2.47	0.33	1.803	2.48	0.35	2.542	2.55	0.36
7652	13.707	46.585	0.314	2.59	0.23	0.408	2.50	0.25	0.511	2.48	0.27	0.599	2.49	0.28	0.700	2.46	0.29	0.811	2.47	0.31	1.166	2.47	0.34	1.546	2.50	0.36	2.134	2.60	0.37
49643	13.741	37.085	0.165	2.48	0.16	0.213	2.49	0.20	0.268	2.47	0.22	0.299	2.45	0.27	0.339	2.46	0.30	0.383	2.54	0.33	0.526	2.52	0.42	0.662	2.58	0.52	0.867	2.74	0.56

	$\xi = 0.5$	$\xi = 0.8$
TRc_SLD NTC18	15	34
TRc_SLV NTC18	111	292
TRc_SLD sismabonus	10	30
TRc_SLV sismabonus	95	383

Valutazione Classe di Rischio Sismico - metodo convenzionale

File Help

Domanda sismica

	TRd	PGAd
SLO	30	0.061
SLD	50	0.082
SLV	475	0.249
SLC	975	0.338

<< Calcola CRS >>

Reset capacità A-O P-O

Capacità sismica A-O

	TRc	rPGA	PGAc
	10	0.624	0.038
	10	0.5	0.041
	95	0.5	0.124
	194	0.499	0.169

PAM (%) = 3.773

IS-V (%) = 50.0

E_{PAM}

3.5% < PAM ≤ 4.5%

C_{IS-V}

60% ≥ IS-V > 45%

Capacità sismica P-O

	TRc	rPGA	PGAc
	30	1.0	0.061
	30	0.8	0.066
	283	0.8	0.199
	975	1.0	0.338

PAM (%) = 1.467

IS-V (%) = 80.0

B_{PAM}

1.0% < PAM ≤ 1.5%

B_{IS-V}

80% ≥ IS-V > 60%

Sintesi risultati

A+

A

B

C

D

E

F

G

E

A+

A

B

C

D

E

F

G

B

CLASSE DI RISCHIO ANTE OPERA

CLASSE DI RISCHIO POST OPERA

Passaggio di n.ro di classi

3

Curve PAM

Perdita econ. diretta in % di CR

freq. media annua di superamento 1/TR in %

— A-O

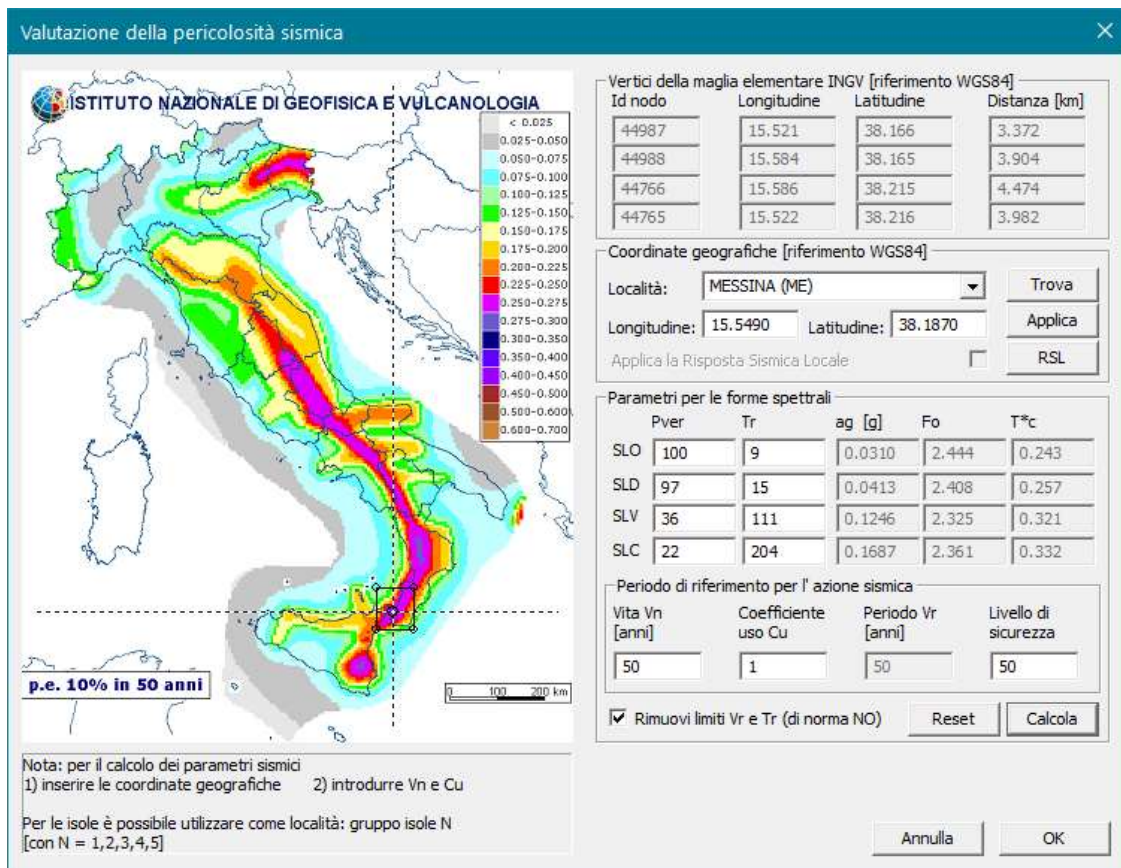
— P-O

<Indietro

Avanti>

Esci

Stampa...



2) Perché utilizzando il metodo semplificato ci sono alcuni casi in cui non riesco ad ottenere il passaggio di classe?

Si tratta di un limite delle Linee Guida, la tabella 5 infatti stabilisce in funzione della zona e della classe di vulnerabilità la relativa classe di rischio.

Si prenda come esempio una muratura di pietra sbazzata in zona 3, i valori della classe di vulnerabilità oscillano tra V5-V6 a seguito degli interventi, come indicato dalla tabella 5, sia la classe V5, che V6 ricadono in una classe di rischio D, pertanto può capitare che paradossalmente anche a seguito degli interventi ci sia l'**aumento della classe di vulnerabilità**, ma non ci sia il relativo **passaggio alla classe di rischio** successiva

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	$PAM \leq 0,50\%$				$V_1 + V_2$
A*	$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$			$V_1 + V_2$	$V_3 + V_4$
B*	$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	V_1	$V_1 + V_2$	V_3	V_5
C*	$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	V_3	V_4	$V_5 + V_6$	
E*	$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	V_4	V_5		
F*	$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	V_5	V_6		
G*	$7,5\% \leq PAM$	V_6			

Tabella 5 – Classe PAM attribuita in funzione della classe di vulnerabilità assegnata all'edificio e della zona sismica in cui lo stesso è situato

Valutazione scostamento dalla classe per interventi

File Help

Muratura di pietra sbazzata - valori ante opera

V_6

D*
2.5% < PAM ≤ 3.5%

Muratura di pietra sbazzata - valori post opera

V_5

D*
2.5% < PAM ≤ 3.5%

Interventi di rafforzamento locale

- ☒ Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate
- ☒ Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate
- ☒ Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza)
- ☒ Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti
- ☒ Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)

Finalità dell'intervento

- ☒ Perseguire un comportamento d'insieme "regolare" e "scatolare"
- ☒ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali

NOTE:

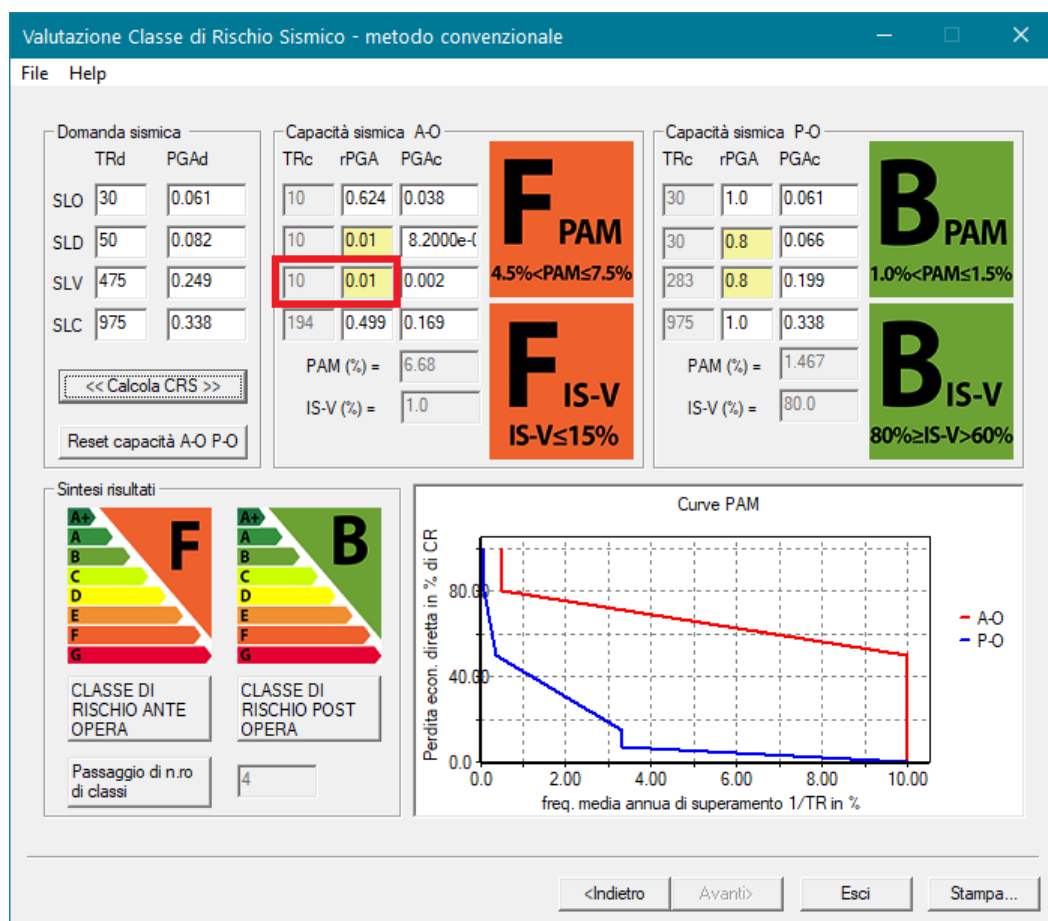
<Indietro Avanti> Esci Stampa...

3) Allo stato ante-operam la struttura non è verificata per i carichi verticali cosa devo fare?

Capita spesso che il modello ante-operam non porti neanche i carichi verticali, o comunque un'azione sismica molto piccola. In questi casi la risposta arriva direttamente dall'allegato A, come stabilito al paragrafo 2.1, punto 4:

- Si definisce Stato Limite di Inizio Danno (SLID), quello a cui è comunque associabile una perdita economica nulla in corrispondenza di un evento sismico e il cui periodo di ritorno è assunto, convenzionalmente, pari a 10 anni, ossia $\lambda = 0,1$.

Viene infatti definito un tempo di ritorno convenzionale pari a 10 anni associabile a una perdita economica nulla. Nel caso in cui venga inserita un'azione sismica nulla o comunque molto piccola, il modulo assume in automatico un TR convenzionale di almeno 10 anni.



4) E' ammissibile considerare tempi di ritorno inferiori a 30 anni anche se non previsto da normativa?

Anche in questo caso la risposta arriva direttamente dalle Linee Guida, ai fini della classificazione sismica è possibile considerare tempi di ritorno dell'azione sismica inferiori a 30 anni, scalando in modo adeguato lo spettro di risposta. Come indicato sopra tale procedura non si applica per tempi di ritorno inferiori a 10 anni.

Convenzionalmente, ai fini dell'applicazione delle presenti Linee Guida, è possibile considerare periodi di ritorno dell'azione sismica inferiori a 30 anni, scalando proporzionalmente le ordinate dello spettro associato al periodo di ritorno di 30 anni. Tale procedura non si applica per periodi di ritorno inferiori a 10 anni.

5) Perché non raggiungo la classe A nonostante la struttura sia verificata con il 100% del sisma?

Si tratta di una questione puramente matematica legata al calcolo della Perdita Annuale Media (PAM).

Come ben noto, la Classe di Rischio da adottare è la minore tra la classe IS-V e classe PAM,

Relativamente alla classe IS-V è sufficiente raggiungere un indice di sicurezza compreso tra 80% ed il 100% per ricadere in classe A:

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A_{IS-V}^+
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A_{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B_{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C_{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D_{IS-V}
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}

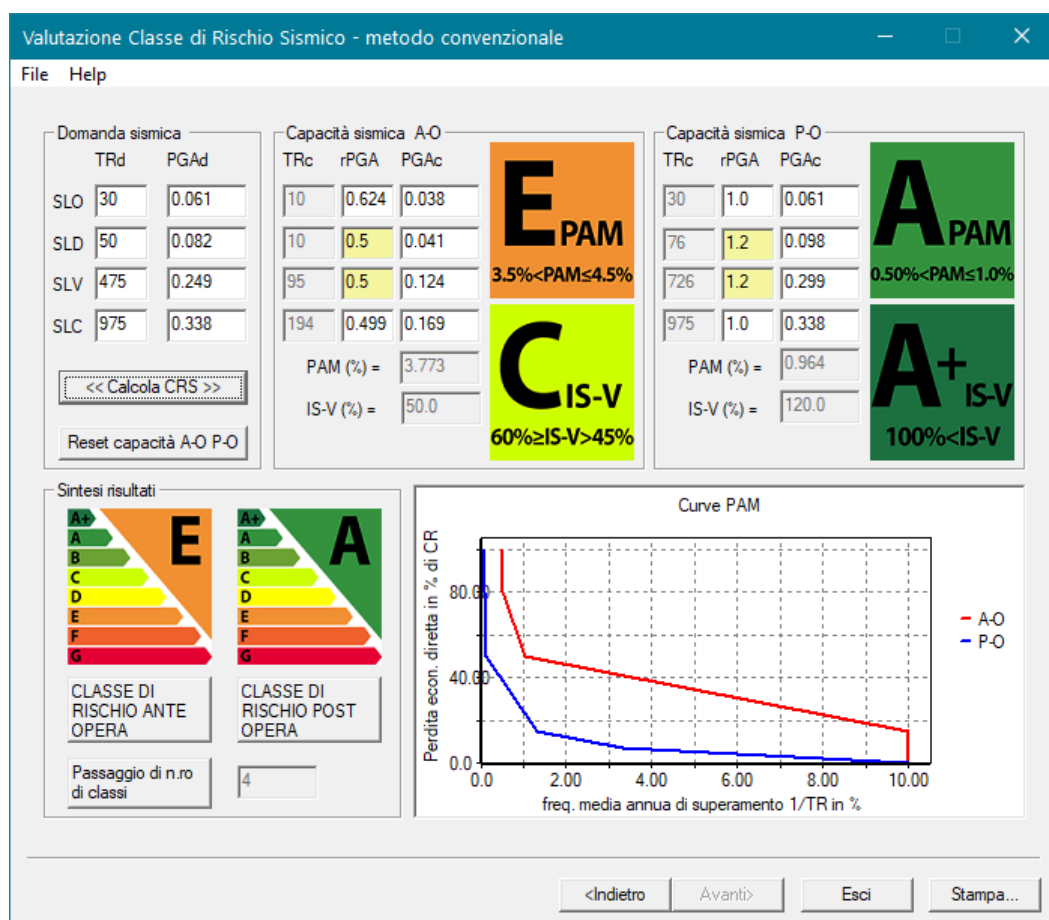
Tabella 2 – Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza

La perdita annuale media viene invece calcolata in funzione dell'area sottesa alla relativa curva. Come indicato dalla tabella sottostante è necessario rientrare in un intervallo compreso tra 0.50% ed 1% per ricadere in classe A, questo non garantisce necessariamente che ad un'azione sismica del 100% corrisponda per forza la classe A.

Perdita Media Annuale attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A_{PAM}^+
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	A_{PAM}
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B_{PAM}
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C_{PAM}
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D_{PAM}
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E_{PAM}
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F_{PAM}
$7,5\% \leq PAM$	G_{PAM}

Tabella 1 – Attribuzione della Classe di Rischio PAM in funzione dell'entità delle Perdite medie annue attese

Nota: nel caso in cui sia stata considerata un'azione sismica maggiore è comunque possibile inserire valori di rPGA maggiori dell'unità per raggiungere classi più alte.



6) Il modulo [PRO SMB](#) è già aggiornato per l'applicazione del sismabonus 110%?

Sì, il modulo per il calcolo della classificazione sismica è aggiornato al Decreto Ministeriale n°329 del 6 agosto 2020 che integra e modifica il precedente Decreto Ministeriale n°58 del 28 Febbraio 2017 e s.m.i. "Sisma Bonus - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonché le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati".

7) Per applicare il metodo convenzionale posso usare [PRO SMB](#) anche in modalità autonoma o solo con modelli PRO_SAP?

Sì, come indicato nel punto precedente è possibile utilizzare il modulo anche in maniera autonoma. E' sufficiente inserire la località ed i valori di ζ_E (ossia rPGA) per i vari stati limite. Questo significa che se non si ha a disposizione il modello, oppure è stato realizzato con un altro software, è comunque possibile inserire manualmente i parametri da utilizzare per la classificazione.

8) Quali sono i valori che [PRO SMB](#) legge in automatico da PRO_SAP? Come viene letta l'azione sismica dai modelli ante e post operam?

Nell'applicazione del metodo convenzionale è possibile leggere in modo automatico i dati in ingresso dai modelli ante-operam e post-operam realizzati con PRO_SAP attraverso gli appositi comandi PRO_SAP A-O... e PRO_SAP P-O...

Metodo adottato per le valutazioni della classe di rischio sismico

File Help

A+

A

B

C

D

E

F

G

CONVENZIONALE

PRO_SAP A-O...

PRO_SAP P-O...

A+*

A

B

C

D

E

F

G

SEMPLIFICATO PER EDIFICIO IN MURATURA

+1

A

B

C

D

E

F

G

SEMPLIFICATO PER CAPANNONE INDUSTRIALE

PRO_SAFE...

+1

A

B

C

D

E

F

G

SEMPLIFICATO PER EDIFICIO A TELAIO IN C.A.

Mappa di pericolosità sismica

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOPISICA E VULCANOLOGIA

p.e. 10% in 50 anni

Località e pericolosità sismica...

Zona sismica ex OPCM 3274: 1 [1-4]

ag prevista: 0.249 [g]

PGA IS-V: 0.249 [g]

Classe d'uso II

Categoria suolo A

Categoria topografica T1

Quota pendio [0-100]: 0.0 [%]

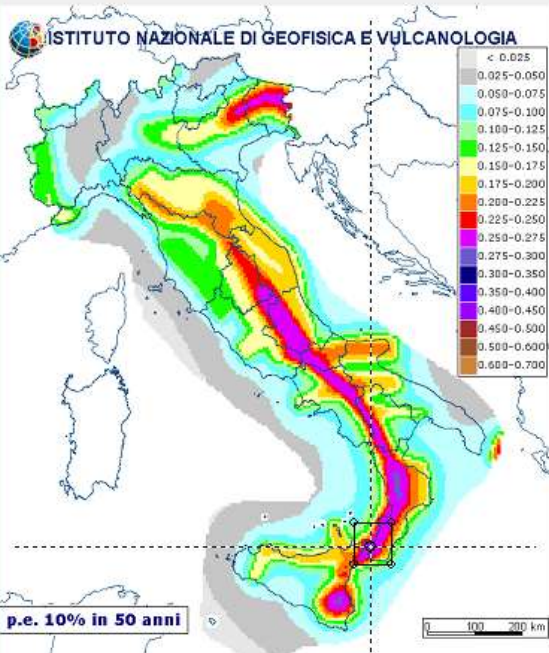
<Indietro Avanti> Esci Stampa...

Ai fini della classificazione sismica l'unico dato che è fondamentale conoscere è il rapporto tra le PGA che la struttura è in grado di sopportare per i diversi stati limite. In fase di importazione dei dati da PRO_SAP il modulo non fa altro che andare ad estrapolare il valore del livello di sicurezza ζ_E per edifici esistenti indicato all'interno della pericolosità sismica del modello.

Ad esempio, nel caso in cui nella finestra relativa alla pericolosità sismica sia stato indicato un livello di sicurezza ζ_E pari a 50%, PRO_SAP riduce tutte le azioni sismiche (SLO, SLD, SLV e SLC) in maniera che la PGA ossia ag^*S sia il 50% di quella prevista per una struttura nuova.

La lettura dei modelli non fa altro che andare a riportare i valori in percentuale (0.5) in corrispondenza di rPGA A-O. La stessa cosa accade per il post operam.

Valutazione della pericolosità sismica



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento WGS84]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
44987	15.521	38.166	3.372
44988	15.584	38.165	3.904
44766	15.586	38.215	4.474
44765	15.522	38.216	3.982

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località:

Longitudine: Latitudine:

☐ Applica la Risposta Sismica Locale

Parametri per le forme spettrali

	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	30	0.0609	2.363	0.280
SLD	81	30	0.0609	2.363	0.280
SLV	47	78	0.1039	2.308	0.312
SLC	44	85	0.1086	2.311	0.315

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="50"/>

☐ Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

Valutazione Classe di Rischio Sismico - metodo convenzionale

File Help

Domanda sismica

	TRd	PGAd
SLO	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="0.061"/>
SLD	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0.082"/>
SLV	<input type="text" value="475"/>	<input type="text" value="0.249"/>
SLC	<input type="text" value="975"/>	<input type="text" value="0.338"/>

<< Calcola CRS >>

Reset capacità A-O P-O

Capacità sismica A-O

TRc	rPGA	PGAc
<input type="text"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

PAM (%) =

IS-V (%) =

Capacità sismica P-O

TRc	rPGA	PGAc
<input type="text"/>	<input type="text" value="0.8"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text" value="0.8"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

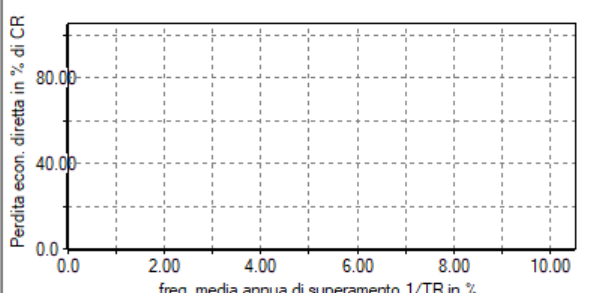
PAM (%) =

IS-V (%) =

Sintesi risultati

Passaggio di n.ro di classi

Curve PAM



<Indietro Avanti>

Attenzione! Di default il programma inserisce lo stesso rapporto anche per SLD, in quel caso è compito del progettista controllare in PRO_SAP le verifiche di spostamento (o di resistenza nel caso

di classe d'uso III e IV) e valutare per quali percentuali di azioni sismica sono soddisfatte allo stato di fatto e allo stato di progetto.

I valori per SLO ed SLC, nel caso in cui non vengano inseriti direttamente, vengono calcolati in automatico con le correlazioni indicate nell'allegato A (paragrafo 2.1, punto 1, nota 3)

- 1) Si effettua l'analisi della struttura e si determinano i valori delle accelerazioni al suolo di capacità, $PGA_c(SL)$, che inducono il raggiungimento degli stati limite indicati dalla norma (SLC, SLV, SLD, SLO). E' possibile, in via semplificata, effettuare le verifiche limitatamente⁽³⁾ allo SLV (stato limite per la salvaguardia della vita) ed allo SLD (stato limite di danno).

⁽³⁾ Laddove si valuti il PAM ricorrendo alla determinazione dei punti corrispondenti a soli due stati limite, ai λ degli altri due stati limite potranno essere attribuiti i valori: $\lambda_{SLO} = 1,67\lambda_{SLV}$, $\lambda_{SLC} = 0,49\lambda_{SLV}$.

9) Posso utilizzare [PRO_SMB](#) anche per i cinematismi locali?

Per strutture in muratura la normativa prevede di eseguire anche il controllo dei cinematismi locali oltre all'analisi globale della struttura.

Nel caso in cui i cinematismi locali siano significativi rispetto all'azione sismica portata dal modello globale la classificazione deve essere eseguita sulla base di tali valori.

Anche in questo caso è possibile importare direttamente i valori di ζ_E dai modelli realizzati (in fase di importazione dei modelli ante-operam e post-operam va indicata l'estensione *.cin), in alternativa è sufficiente compilare manualmente le caselle relative ai valori di rPGA che attivano il cinematismo per i vari stati limite.

10) Quali coordinate utilizzano PRO_SAP e [PRO_SMB](#)?

Entrambi utilizzano le coordinate WGS84 in gradi sessadecimali.

All'interno dell'allegato B è possibile indicare se sono state utilizzate le WGS84 oppure le ETRF2000

Coordinate geografiche di due spigoli opposti della costruzione nel sistema ETRF2000 (indicare qualora espresse in WGS 84) ⁽¹²⁾			
Spigolo 1	Lat. _ _ _ _ , _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	Lon. _ _ _ _ , _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	WGS84
Spigolo 2	Lat. _ _ _ _ , _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	Lon. _ _ _ _ , _ _ _ _ _ _ _ _ _ _	SI <input type="checkbox"/>

Ing. Mirco Basaglia

Responsabile test – 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.