



RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEGLI EDIFICI ESISTENTI

Convegno: la sicurezza nella scuola
CONOSCENZA E CONSAPEVOLEZZA

16 Aprile 2019

Università degli Studi di Teramo Facoltà di Giurisprudenza

Località Colle Parco - TERAMO

IN QUESTI ANNI GLI INTERVENTI HANNO RIGUARDATO SOPRATTUTTO LE EMERGENZE E QUINDI LE SITUAZIONI DI PERICOLO O DI INADEGUATEZZA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI, DEGLI IMPIANTI ELETTRICI ED ANTINCENDIO, LA BONIFICA DELL' AMIANTO. OCCORRE CAMBIARE STRADA INDIVIDUANDO COME PRIORITARI GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE CHE TENGANO INSIEME L'ADEGUAMENTO ANTISISMICO E L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO. LA VERA SFIDA CONSISTE NEL PROMUOVERE UN GRANDE CANTIERE DI INNOVAZIONE, DOVE CONVOGLIALE IDEE E PROGETTI PER RELIZZARE INTERVENTI TALI DA RENDERE IL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO SICURO ACCOGLIENTE E SOSTENIBILE.



UN PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA COMPLESSIVO HA BISOGNO DI STABILIRE LE PRIORITA' DI INTERVENTO CHE DOVREBBERO ESSERE DETTATE DALLA CONOSCENZA DEL TERRITORIO E DEL PATRIMONIO EDILIZIO (SCOLASTICO) COSTRUITO IN QUEL TERRITORIO: *PERICOLOSITA' SISMICA E VULNERABILITA' SISMICA DEL COSTRUITO*.



DA QUI L'UTILITA' DI UN **CENSIMENTO** DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO **CON METODI SEMPLIFICATI PER UNA PRIMA VALUTAZIONE SPEDITIVA DEL RISCHIO SISMICO** AFFERENTE AL SINGOLO EDIFICIO PRIMA DELLA STESSA VALUTAZIONE CON METODI CONVENZIONALI.



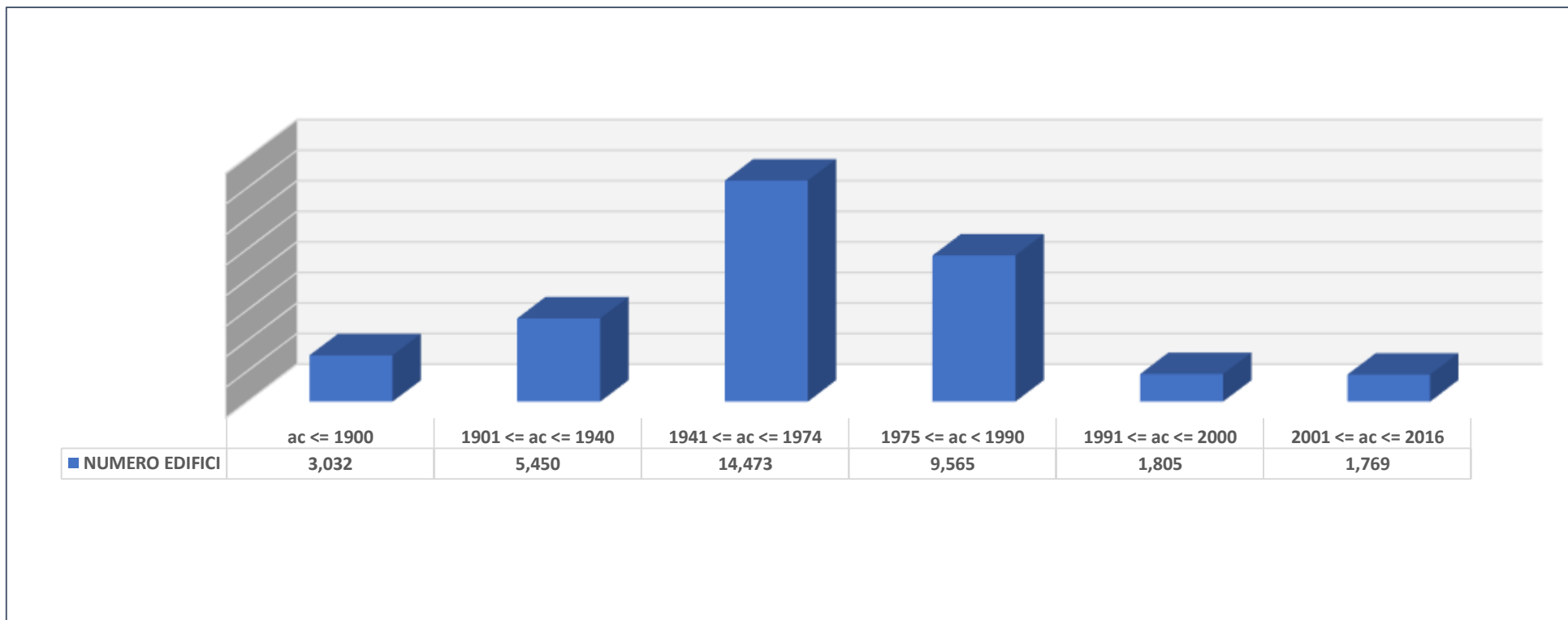
E QUINDI UNA PROPOSTA QUI ESPOSTA DI UN METODO SEMPLIFICATO APPLICABILE E PROPEDEUTICO PER LA MESSA A PUNTO DI UN PIANO DI RIDUZIONE, QUANTO PIU' RAZIONALE POSSIBILE, DEL RISCHIO SISMICO DI UN PATRIMONIO EDILIZIO.



STATO DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO NAZIONALE

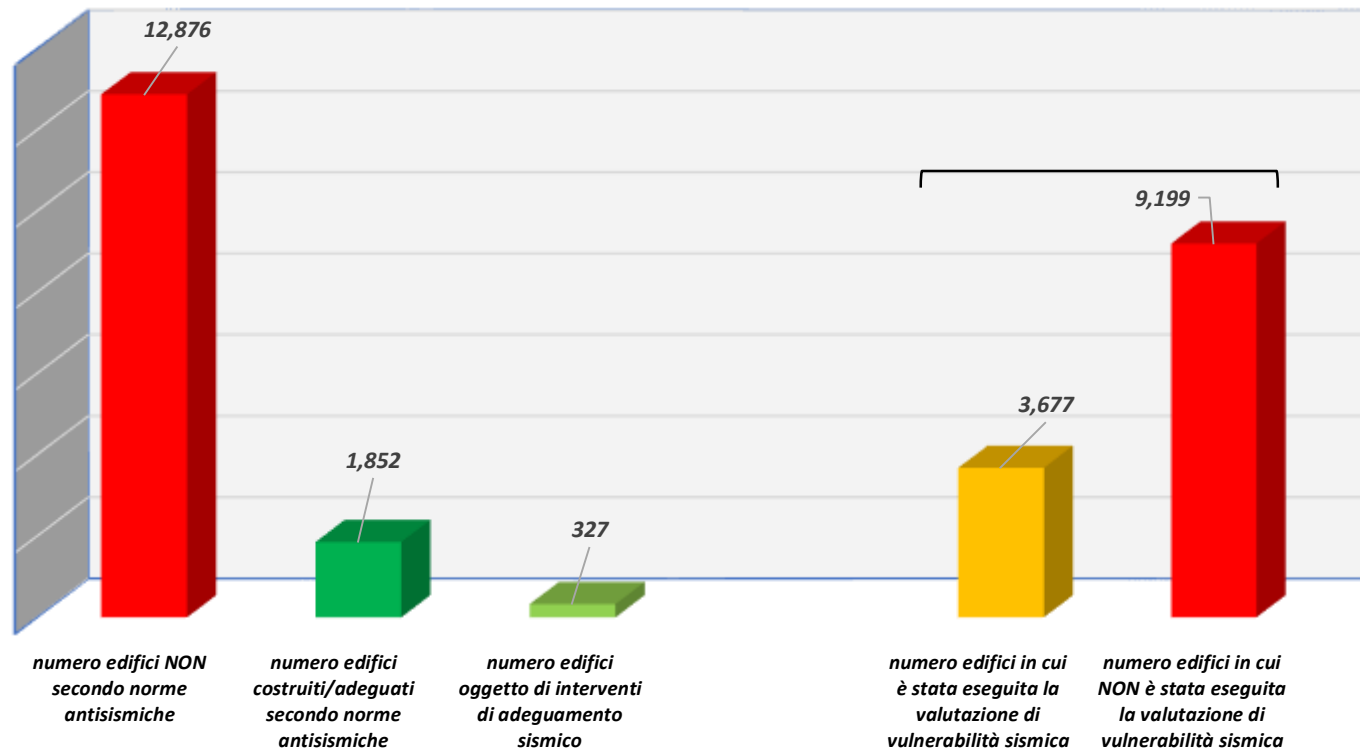
(il 64% degli edifici è stato costruito prima dell'entrata in vigore della prima norma nazionale, LG 64/74, per le costruzioni in zone sismiche)

DATI NAZIONALI		NUMERO DI EDIFICI PER ANNO DI COSTRUZIONE: ac					
NUMERO TOTALE EDIFICI SCOLASTICI	ac <= 1900	1901 <= ac <= 1940	1941 <= ac <= 1974	1975 <= ac < 1990	1991 <= ac <= 2000	2001 <= ac <= 2016	
36.093	3.032	5.450	14.473	9.565	1.805	1.769	
100%	8,40%	15,10%	40,10%	26,50%	5,00%	4,90%	



numero totale edifici in zone sismiche 1,2	numero edifici costruiti NON secondo norme antisismiche	numero edifici costruiti/adequati secondo norme antisismiche	numero edifici oggetto di interventi di adeguamento sismico	numero edifici in cui è stata eseguita la valutazione di vulnerabilità sismica	numero edifici in cui NON è stata eseguita la valutazione di vulnerabilità sismica
15.055	12.876	1.852	327	3.677	9.199
100,00%	85,53%	12,30%	2,54%	29,30%	70,70%

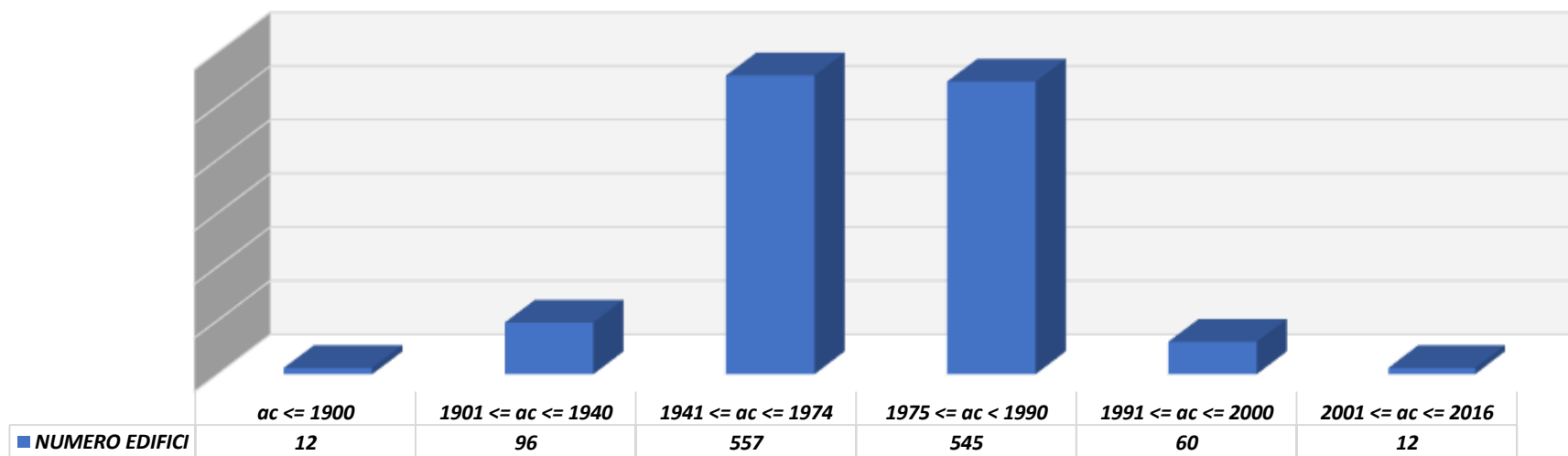
NUMERO EDIFICI



STATO DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO REGIONE ABRUZZO

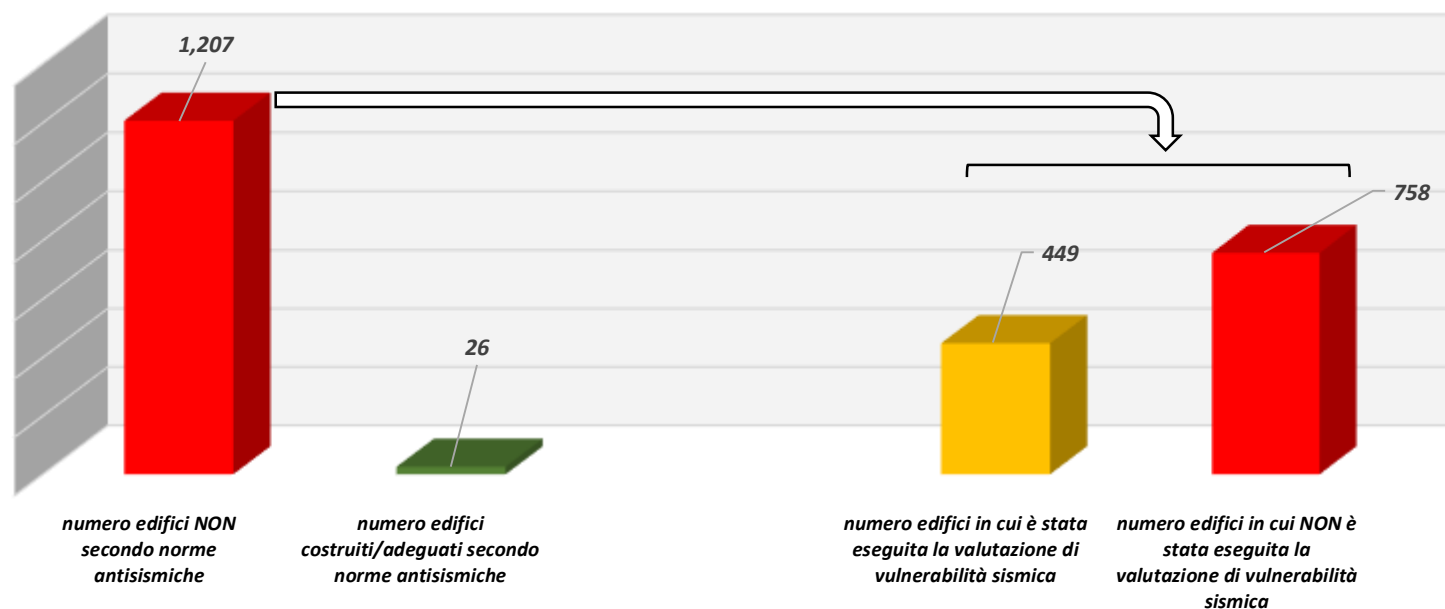
(il 52% degli edifici è stato costruito prima dell'entrata in vigore della prima norma nazionale per le costruzioni in zone sismiche)

DATI regionali		NUMERO DI EDIFICI PER ANNO DI COSTRUZIONE: ac					
NUMERO TOTALE EDIFICI SCOLASTICI		ac <= 1900	1901 <= ac <= 1940	1941 <= ac <= 1974	1975 <= ac < 1990	1991 <= ac <= 2000	2001 <= ac <= 2016
1.283	NUMERO EDIFICI	12	96	557	545	60	12
100%		0,90%	7,50%	43,40%	42,50%	4,70%	0,90%



numero totale edifici in zone sismiche 1, 2	numero edifici NON secondo norme antisismiche	numero edifici costruiti/adequati secondo norme antisismiche	numero edifici in cui è stata eseguita la valutazione di vulnerabilità sismica	numero edifici in cui NON è stata eseguita la valutazione di vulnerabilità sismica
1.233	1.207	26	449	758
100,00%	97,90%	2,10%	37,20%	62,80%

NUMERO EDIFICI



IL RISCHIO SISMICO

Il **rischio sismico**, determinato dalla combinazione della **pericolosità P**, della **vulnerabilità V** e dell'**esposizione E**, è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di uso/occupazione dell'edificio in esame. Il rischio sismico di un edificio viene valutato mediante l'applicazione della seguente espressione.

$$R = P \times V \times E$$

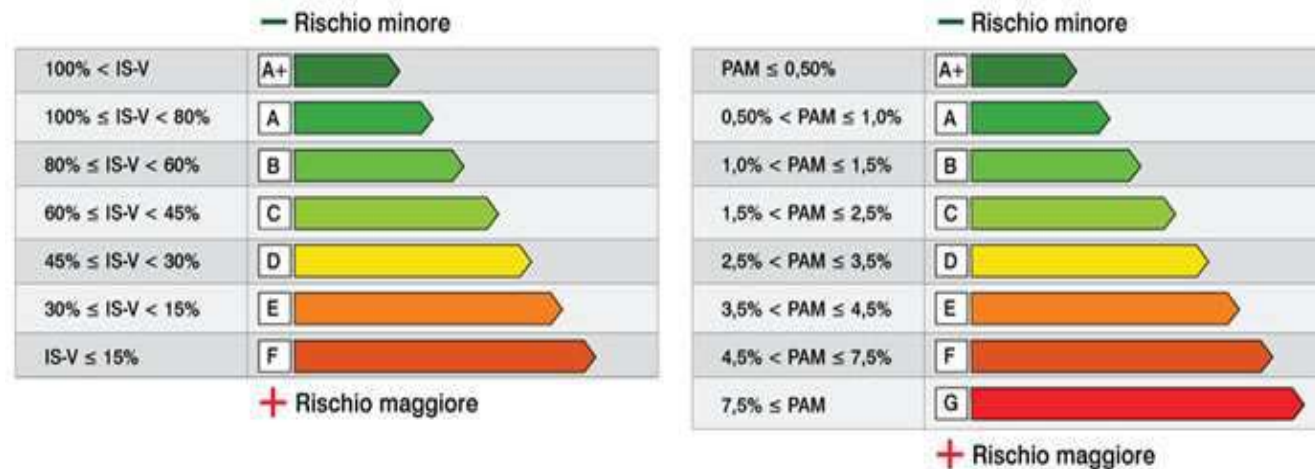
La pericolosità indica la frequenza e la forza con cui si manifestano i terremoti, ed è una caratteristica fisica del territorio. La pericolosità sismica sarà tanto più elevata quanto più probabile sarà il verificarsi di un terremoto di elevata magnitudo a parità di intervallo di tempo considerato. Le conseguenze di un terremoto dipendono anche dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni sismiche. La scarsa capacità o incapacità di una costruzione di resistere alle azioni sismiche si definisce vulnerabilità. Quanto più un edificio è vulnerabile (per tipologia, progettazione inadeguata, scadente qualità dei materiali e modalità di costruzione, scarsa manutenzione), tanto maggiori saranno le conseguenze in termini di danni. Infine, la maggiore o minore presenza di beni/persona esposti al rischio, la possibilità cioè di subire un danno economico e la perdita di vite umane, è definita esposizione.



RIFERIMENTI NORMATIVI

DM MIT 65 del 7-3-2017

il Decreto definisce contenuti e metodi per **la valutazione e classificazione del rischio sismico delle costruzioni**. In particolare, si fa riferimento a due parametri: (i) la Perdita Annuale Media attesa (PAM), che tiene in considerazione le perdite economiche associate ai danni agli elementi, strutturali e non, e riferite al costo di ricostruzione (CR) dell'edificio privo del suo contenuto, e (ii) l'indice di sicurezza (IS-V) della struttura definito come il rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo PGA, che determina il raggiungimento dello Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), capacità in $PGA - PGA_C$, e la PGA che la norma indica, nello specifico sito in cui si trova la costruzione e per lo stesso stato limite, come riferimento per la progettazione di un nuovo edificio, domanda in $PGA - PGA_D$. L'indice di sicurezza (IS-V) della struttura è meglio noto ai tecnici con la denominazione di "Indice di Rischio". Sulla base di questi due parametri viene quindi determinata la **Classe di Rischio**, espressa con una lettera **da A+ a G tra le 8 classi previste dalle Linee Guida**.



DM MIT 65 del 7-3-2017

La determinazione della classe di appartenenza di un edificio può essere condotta secondo due metodi alternativi: metodo convenzionale e metodo semplificato.

- Metodo convenzionale: valutazione della PAM e dell'indice di rischio IS-V

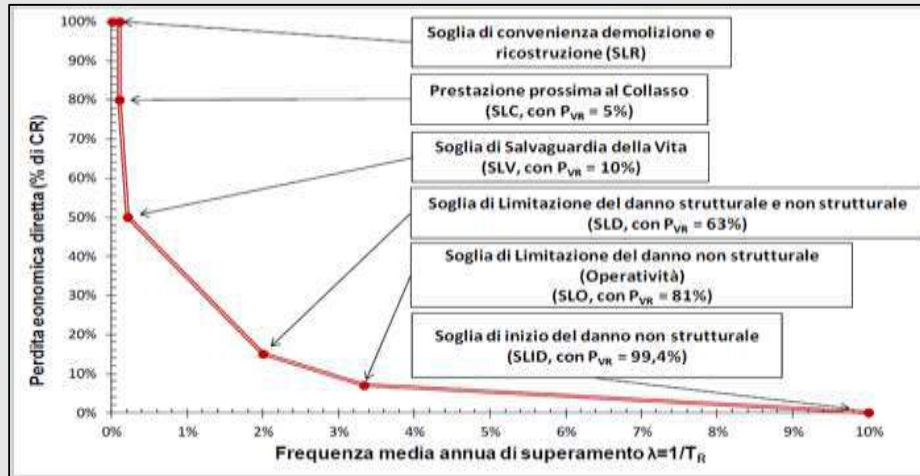
Il metodo convenzionale è applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione. Esso è basato sull'applicazione dei normali metodi di analisi previsti dalle attuali NCT 2018. Per ciascuno stato limite è possibile associare la frequenza media annua di superamento λ al **Costo di Ricostruzione CR**, considerando $\lambda = 0,1$ per SLID e $\lambda = 0$ per SLR. Diagrammando tale relazione e definendo l'area sottesa dalla spezzata come **Perdita Annuale Media** attesa è possibile determinare il parametro **PAM**. Definiti i valori minimi e massimi di perdita economica per una costruzione come lo 0% e il 100% del **Costo di Ricostruzione** e associando tali valori rispettivamente allo Stato Limite di Inizio Danno (SLID) e allo Stato Limite di Ricostruzione (SLR), è possibile associare a ciascuno stato limite dell'analisi un valore del **CR**.

Stato limite	Stato limite	Stato limite	CR (%)
ultimo	Stato limite demolizione/ricostruzione	SLR	100%
ultimo	Stato limite di collasso	SLC	80%
ultimo	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	50%
esercizio	Stato limite di danno	SLD	15%
esercizio	Stato limite di operatività	SLO	7%
esercizio	Stato limite di inizio danno	SLID	0%



DM MIT 65 del 7-3-2017

Per ciascun stato limite è possibile associare la frequenza media annua di superamento λ al **Costo di Ricostruzione CR**, considerando $\lambda = 0,1$ per SLID e $\lambda = 0$ per SLR. Diagrammando tale relazione e definendo l'area sottesa dalla spezzata come **Perdita Annua Media** attesa è possibile determinare il parametro **PAM**.



Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM < 0,50\%$	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}
$7,5\% < PAM$	G_{PAM}

Si determina l'indice di sicurezza **IS-V** per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV come rapporto tra la PGA di capacità della costruzione e la PGA di domanda del sito in cui la costruzione si trova.

Il peggiore tra i due parametri PAM ed IS-V definisce la Classe di Rischio Sismico

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



OPCM 3274 del 20 Marzo 2003

Come noto la **O.P.C.M. 20 marzo 2003, n° 3274**, ha introdotto (art. 2, comma 3) **“l’obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei proprietari”** delle opere di particolare rilevanza (**scuole, ospedali, ecc.**), esentando da tale vincolo **“le opere progettate secondo le norme vigenti successivamente al 1984”**, sempre che la classificazione sismica del territorio sia rimasta quella definita all’epoca della costruzione (Art. 2, comma 5). Nel 2010 il Dipartimento della Protezione Civile emana una circolare **“circolare n° 4 novembre 2010, n° DPC/SISM/0083283”** fornendo dei chiarimenti sulla gestione degli esiti delle verifiche di vulnerabilità sismica specificando che, per legge, la verifica è obbligatoria ma non lo è l’intervento e che **“...la necessità di adeguamento sismico degli edifici e delle opere...sarà tenuta in considerazione nella redazione dei piani triennali ed annuali...nonché ai fini della predisposizione del piano straordinario di messa in sicurezza antisismica...”**

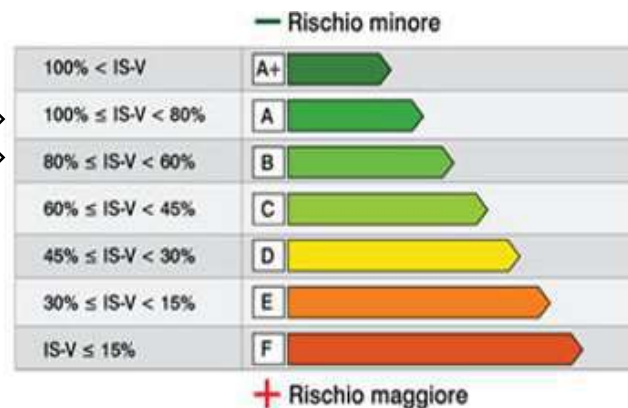
MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI IN ACCORDO AL “DM Infrastrutture 17 Gennaio 2018” e “ CIRCOLARE 21 Gennaio 2019, n° 7/C.S.LL.PP.”

Con l’entrata in vigore delle NTC 2018, vi è l’esatta individuazione degli indici minimi di vulnerabilità sismica ζ_E che dovranno essere raggiunti in caso di **miglioramento o di adeguamento degli edifici scolastici esistenti**, pari rispettivamente a **0,6 e 0,8**. I paragrafi 8.4.2 e 8.4.3 descrivono rispettivamente gli **Interventi di miglioramento** e **Interventi di adeguamento**. Il primo chiarisce che : **“...Per la combinazione sismica delle azioni, il valore ζ_E può essere minore dell’unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore ζ_E , a seguito di interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6...”** . Il secondo paragrafo definisce quali sono gli interventi in presenza dei quali l’adeguamento sismico è obbligatorio, in particolare al punto e)...”**apportare modifiche di classe d’uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV...”**. Nel caso in cui un edificio scolastico sia stato definito con funzioni pubbliche o strategiche importanti (CLASSE D’USO IV, come ad esempio ospitare centri di coordinamento in caso di calamità naturali), l’indice di vulnerabilità sismica ζ_E a seguito di intervento di miglioramento **deve necessariamente essere $\geq 0,8$** .



MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI IN ACCORDO AL “DM Infrastrutture 17 Gennaio 2018” e “ CIRCOLARE 21 Gennaio 2019, n°. 7/C.S.LL.PP.”

intervento di adeguamento $\zeta_{e,min} = 0,8$
 intervento di miglioramento $\zeta_{e,min} = 0,6$



	<i>Pvr (50 anni)</i>	A+	A	B	C	D	E	F	G
<i>SLID-SLO</i>	$99,4\% \leq Pvr < 81\%$	1,17%	5,83%	8,35%	12,92%	21,32%	25,52%	29,78%	41,05%
<i>SLO-SLD</i>	$81\% \leq Pvr < 63\%$	1,95%	9,51%	15,68%	23,42%	38,57%	44,62%	65,10%	95,53%
<i>SLD-SLV</i>	$63\% \leq Pvr < 10\%$	4,72%	24,01%	44,57%	64,85%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
<i>SLV-SLC</i>	$10\% \leq Pvr \leq 5\%$	5,06%	25,77%	48,08%	69,88%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
<i>SLC-SLR</i>	$5\% \leq Pvr \leq 2\%$	5,54%	28,35%	50,10%	77,25%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Stato limite	CR (%)
SLR	100%
SLC	80%
SLV	50%
SLD	15%
SLO	7%
SLID	0%



IL METODO SEMPLIFICATO delle LINEE GUIDA allegate al DM 65/17

Il metodo semplificato Linee Guida è un metodo qualitativo e speditivo che si basa sulle classi di vulnerabilità definite dalla **Scala Macrosismica Europea EMS**. Tale procedura consente di determinare la **Classe di Rischio** di un edificio sia in termini preventivi, prima quindi di una valutazione analitica con il metodo convenzionale, sia in sostituzione del metodo convenzionale, specialmente in quei casi in cui un modello di calcolo è ben lontano da rappresentare le reali condizioni della struttura. Pur fornendo una descrizione dell'intero edificio, il metodo semplificato si presta a indagini di tipo locale e di conseguenza a interventi sulla struttura sempre di tipo locale. È per questa ragione che nelle Linee Guida il metodo semplificato è **considerato applicabile solo agli edifici in muratura**. Con questo metodo il parametro che viene determinato è il **PAM** associando quindi alla classe di vulnerabilità della struttura una **Classe PAM**; qui di seguito sono illustrati i passaggi da seguire.

Tipologie	Classi di vulnerabilità					
	A	B	C	D	E	F
MURATURA	Pietra grezza	○				
	Case in terra o con mattoni crudi	○	○			
	Pietre sbazzate o a spacco	○	○	○		
	Pietre squadrate	○	○	○	○	
	Mattoni	○	○	○	○	
	Muratura non armata con solai in c.a. Muratura armata o confinata	○	○	○	○	○
CEMENTO ARMATO	Telaio senza protezione sismica (ERD)		○	○		
	Telaio con livello di ERD moderato		○	○	○	
	Telaio con livello di ERD elevato		○	○	○	○
	Pareti senza ERD		○	○	○	
	Pareti con livello di ERD moderato		○	○	○	○
	Pareti con livello di ERD elevato		○	○	○	○
Strutture in ACCIAIO				○	○	
Strutture in LEGNO				○	○	

- Si individua la tipologia strutturale che meglio descrive la costruzione e la relativa classe di vulnerabilità media
- Si considerano eventuali fattori che determinano un peggioramento della classe di vulnerabilità media di partenza

corrispondenza classi di vulnerabilità EMS98 - Linee Guida DM 65/17						
EMS98	A	B	C	D	E	F
Linee Guida	V6	V5	V4	V3	V2	V1

Tabella 5 linee guida allegate al DM 65/17

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A*	PAM ≤ 0,50%				V ₁ ÷ V ₂
A*	0,50% < PAM ≤ 1,0%			V ₁ ÷ V ₂	V ₃ ÷ V ₄
B*	1,0% < PAM ≤ 1,5%	V ₁	V ₁ ÷ V ₂	V ₃	V ₅
C*	1,5% < PAM ≤ 2,5%	V ₂	V ₃	V ₄	V ₆
D*	2,5% < PAM ≤ 3,5%	V ₃	V ₄	V ₅ ÷ V ₆	
E*	3,5% < PAM ≤ 4,5%	V ₄	V ₅		
F*	4,5% < PAM ≤ 7,5%	V ₅	V ₆		
G*	7,5% < PAM	V ₆			

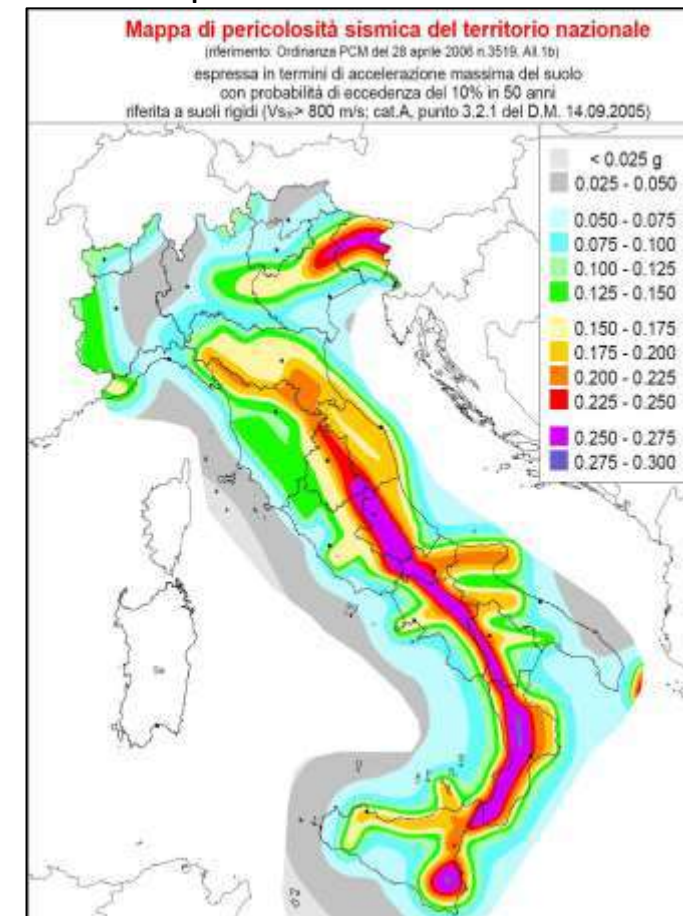
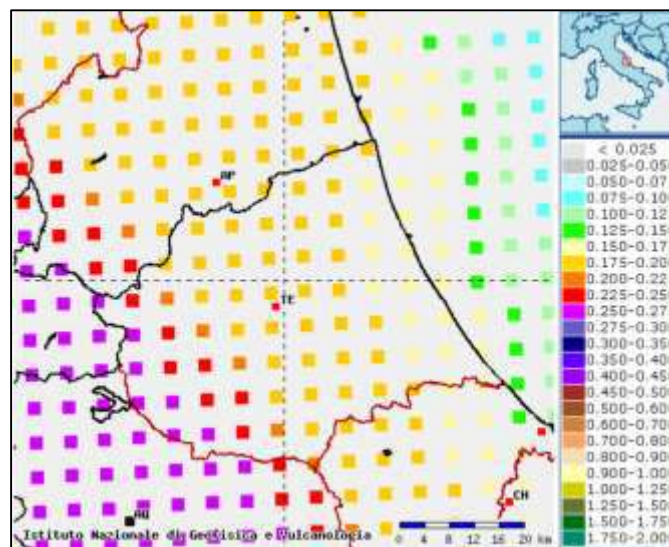


Il metodo semplificato MS[®]II edifici esistenti in muratura e c.a.

In questa sede si vuole presentare un metodo semplificato per la valutazione speditiva del rischio sismico sia per gli **edifici in c.a.** che per quelli in **muratura**, che chiameremo **Metodo Semplificato "MS[®]II"**. In particolare **MS[®]II (anche per edifici in c.a.)** è stato studiato per avere esiti sulle valutazioni della vulnerabilità più oggettivi ed affidabili poiché basati su valutazioni qualitative/quantitative, rispetto a quelli rilevabili con l'applicazione del metodo semplificato contemplato nelle citate Linee Guida.

$$R = P \times V \times E$$

Per la valutazione della **pericolosità sismica P** si fa riferimento ai valori di **accelerazione massima al suolo** con probabilità di eccedenza del 10% ogni 50 anni, così come definiti dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM 3519/2006). I suddetti valori di accelerazioni al suolo vengono presi dal file "Spettri NTC ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. In funzione delle coordinate del Comune in cui è ubicato l'edificio da valutare si assume il valore dell'accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% ogni 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno TR=475 anni, definendo così la pericolosità sismica: $P = a_g$



Il metodo semplificato MS[®]II edifici esistenti in muratura e c.a.

Il metodo semplificato MS[®]II valuta la vulnerabilità sismica con il cosiddetto **“metodo basato sul giudizio di esperti”**. Tale metodo consiste nell’attribuzione ad ogni edificio di un indice di vulnerabilità e cioè di un numero che viene determinato secondo certe regole, sulla base di indicatori non più interpretati con significato tipologico ma come sintomi di una idoneità o meno a resistere alle azioni sismiche (*ad esempio l'efficienza dei collegamenti, la resistenza dei materiali, la regolarità morfologica*). Il **«metodo basato sul giudizio degli esperti»**, messo a punto e sviluppato nell’ambito delle attività del **GNDDT** (*Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti*) negli ultimi venti anni (*GNDDT 1994, Corsanego e Petrini*) utilizza le **valutazioni di vulnerabilità**, secondo quanto rilevato con le schede 2° livello per muratura e c.a.

G.N.D.T. – SCHEDE DI VULNERABILITÀ DI 2° LIVELLO (MURATURA)

PARAMETRI	Class.	Qual. Inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	SCHEMI – RICHIAMI
1. TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	17	22	Norme nuove costruzioni (Clas. A) 1 Norme (pianatori) (Clas. A) 2 Cordoli e catene tutti i livelli (Clas. B) 3 Buoni ancoraggi fra muri (Clas. C) 4 Senza cordoli cattivi annessi (Clas. D) 5	Parametro 3. Resistenza convenzionale Tipologia strutture verticali γ_v (mq)
2. QUALITÀ DEL S.R.	19	23	(vedi manuale)	
3. RESISTENZA CONVENZIONALE	19	23	Numero di piani N Area totale coperta A_t (mq) 19 Area A_x (mq) 20 Area A_y (mq) 21 γ_v (mq) 22 Alt. media interpiano h (m) 23 Peso specifico pareti ρ_w (t/m ³) 24 Carico permanente solai p_d (t/m ²) 25	Parametro 3. Resistenza convenzionale Massimo tra A_x ed A_y A (mq) Massimo tra A_x ed A_y A (mq) Coeff. $\alpha_x = A_x/A_t$ Coeff. $\alpha_y = B/A_t$ $q^* = (A_x + A_y) h \rho_w / A_t + p_d$ $C = \frac{q^* T}{q^* V} \left[1 + \frac{q^* V}{1.5 q^* T} (1 + \gamma) \right]$ $\alpha = C/0.4$ Parametro 6. Configurazione planimetrica
4. POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	14	21	Pericolosità percentuale del terreno Rocca: Fondazioni: SÌ 1 No 2 Terr. sciolto non sping. Fond. SÌ 3 No 4 Terr. sciolto spingente Fond. SÌ 5 No 6 Differenz. mass. di quota Δh (m) 26	Parametro 7. Configurazione in elevazione
5. ORIZZONTAMENTI	19	23	Piani stabili SÌ 1 No 2 Orizzontamenti rigidi e ben collegati SÌ 1 Orizzontamenti deformabili e ben collegati 2 Orizzontamenti rigidi e mal collegati 3 Orizzontamenti deformabili e mal collegati 4 % Orizzontamenti rigidi e ben collegati 26	Parametro 7. Configurazione in elevazione
6. CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	19	23	Rapporto percentuale $\beta_1 = a/b$ 27 Rapporto percentuale $\beta_2 = b/a$ 28	Parametro 9. Coperture
7. CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	17	22	% aumento (+) o diminuzione (-) di massa 29 Rapporto percentuale T/H 30 Percentuale superficie porticata 31 Piano terra porticato SÌ 1 No 2	Parametro 9. Coperture
8. DUE MURATURE	19	23	Rapporto massimo β_3 32	Parametro 9. Coperture
9. COPERTURA	19	23	Copert. non sp. SÌ 1 No 2 Cordoli in coperture SÌ 1 No 2 Catene in copertura SÌ 1 No 2 Carico perm. copert. p_c (t/m ²) 33 Lunght. appoggio copert. l_a (m) 34 Perimetro coperture T (m) 35	Parametro 9. Coperture
10. ELEM. NON STRUTT.	21	24	(Vedi manuale)	
11. STATO DI FATTO	21	24	(Vedi manuale)	

G.N.D.T. – SCHEDE DI VULNERABILITÀ DI 2° LIVELLO (CEMENTO ARMATO)

PARAMETRI	Class.	Qual. Inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	SCHEMI - RICHIAMI (CEMENTO ARMATO)
1. TIPO DI ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	14	21	Pareti in c.a. (cl. A) 1 Tamp. cons. e telai (cl. A) 2 Tamp. deb. e telai rig. (cl. B) 3 Tamp. deb. e telai def. (cl. C) 4 Telai non tamp. (cl. B o C) 5	Parametro 3. Resistenza convenzionale Minimo fra A_x e A_y A Coefficiente $\alpha_x = A_x/A_t$
2. QUALITÀ DEL S.R.	19	23	(vedi manuale)	
3. RESISTENZA CONVENZIONALE	19	23	Numero di piani N Area tot. cop. A_t (mq) 19 Area A_x (mq) 20 Area A_y (mq) 21 γ_v (mq) 22 Alt. media interp. h (m) 23 Peso spec. par. ρ_w (t/m ³) 24 Carico perm. sol. p_d (t/m ²) 25	Parametro 3. Resistenza convenzionale Minimo fra A_x e A_y A Coefficiente $\alpha_x = A_x/A_t$ $q = (A_x + A_y) \cdot h \cdot \rho_w / A_t + p_d$ $C = \alpha_x \cdot \alpha_y / (N \cdot h)$ $\alpha = C/0.4$ Calcolo di R Tempi tipo S ₁ : $R = 2.5$ (T < 0.35 s) $R = 2.5 / (T/0.35)^{0.5}$ (T < 0.35 s) Tempi tipo S ₂ : $R = 2.2$ (T > 0.8 s) $R = 2.2 / (T/0.8)^{0.5}$ (T > 0.8 s)
4. POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	14	21	Pend. perc. terr. 26 Rocca 27 Terr. sc. non sp. 28 Terr. sc. sp. 29 Diff. Max. di quota Δh (m) 30	Parametro 6. Configurazione planimetrica $\beta_1 = a/b$ $\beta_2 = b/a$
5. ORIZZONTAMENTI	19	23	Piani stabili SÌ 1 No 2 Orizz. rig. e ben col. 3 Orizz. def. e ben col. 4 Orizz. rig. e mal col. 5 Orizz. def. e mal col. 6 % or. rig. ben col. 26	Parametro 6. Configurazione planimetrica $\beta_1 = a/b$ $\beta_2 = b/a$
6. CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	19	23	Happ. perc. $\beta_1 = a/b$ Happ. perc. $\beta_2 = b/a$ Happ. perc. $\beta_3 = \Delta d/d$ Happ. perc. $\beta_4 = c/b$	Parametro 7. Configurazione in elevazione $\beta_1 = a/b$ $\beta_2 = b/a$ $\beta_3 = \Delta d/d$ $\beta_4 = c/b$
7. CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	17	22	% aumento (+) o riduz. (-) di massa 29 Rapp. perc. T/H 30 Var. in elev. s.f. 31 Piano terra port. 32	Parametro 7. Configurazione in elevazione $\beta_1 = a/b$ $\beta_2 = b/a$ $\beta_3 = \Delta d/d$ $\beta_4 = c/b$
8. COLLEGAMENTI ED ELEMENTI CRITICI	19	23	Rapp. perc. $\gamma_1 = a/b$ Rapp. perc. $\gamma_2 = a/b \cdot \beta_1$ Rapp. perc. $\gamma_3 = a/b^2$ Rapp. max. M/R_{max} % offro (approssim.) Colleg. al pref. SÌ 1 No 2 3	Parametro 8. Colleg. ed elementi critici $\gamma_1 = a/b$ $\gamma_2 = a/b \cdot \beta_1$ $\gamma_3 = a/b^2$
9. ELEM. BASSA DUTT.	19	23	Rapp. min. R_{min}/b Rapp. max. R_{max}/R_{min}	Parametro 8. Colleg. ed elementi critici $\gamma_1 = a/b$ $\gamma_2 = a/b \cdot \beta_1$ $\gamma_3 = a/b^2$
10. EL. NON STRUTT.	21	24	(vedi manuale)	
11. STATO DI FATTO	21	24	(vedi manuale)	



Il metodo semplificato MS[®]II edifici esistenti in muratura e c.a.

Le classi di vulnerabilità sono 3 per gli edifici in c.a. e 4 per quelli in muratura, quali:

- Classe **A** = vulnerabilità bassa;
- Classe **B** = vulnerabilità media;
- Classe **C** = vulnerabilità elevata;
- Classe **D** = vulnerabilità molto elevata.

I valori **numerici** che verranno assegnati, in questo metodo semplificato, ad ogni singolo parametro contenuto nelle schede di 2° livello sono quelli riportati nelle tabelle.

Il valore V della vulnerabilità corrisponde al punteggio totale che si ottiene dalla somma (*pesata per gli edifici in muratura*) dei punteggi assegnati ai singoli parametri. Per le murature i valori dei singoli punteggi V_m sono stati già divisi per il coefficiente 3,825 al fine di avere valori in un scala tra 0 e 100. Invece per avere valori V_c della vulnerabilità per edifici in c.a. confrontabili con quelli relativi ad edifici in muratura V_m occorre operare la seguente conversione:

- se $V_c > -6,5$; si ha l'equivalente $V_m = -10,07 V_c + 2,5175$
- se $V_c < -6,5$; si ha l'equivalente $V_m = -1,731 V_c + 56,72$

		CON VALORI V_c RESI COERENTI A QUELLI DELLE MURATURE			
		A	B	C	D
	MIN	0,00	40,28	71,00	74,00
con par. 11 = classe D	MAX	24,67	59,92	73,51	100,00

V_c : CALCESTRUZZO ARMATO (vedi manuale istruzioni)				
PARAMETRO	A	B	C	D
	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D
P1 – tipo ed organizzazione sistema resistente	0,00	-1,00	-2,00	0,00
P2 – qualità del sistema resistente	0,00	-0,25	-0,50	0,00
P3 – resistenza convenzionale	0,25	0,00	-0,25	0,00
P4 – posizione edificio e fondazioni	0,00	-0,25	-0,50	0,00
P5 – orizzontamenti	0,00	-0,25	-0,50	0,00
P6 – configurazione planimetrica	0,00	-0,25	-0,50	0,00
P7 – configurazione in elevazione	0,00	-0,50	-1,50	0,00
P8 – collegamenti ed elementi critici	0,00	-0,25	-0,50	0,00
P9 – elementi a bassa duttilità	0,00	-0,25	-0,50	0,00
P10 – elementi non strutturali	0,00	-0,25	-0,50	0,00
P11 – stato di fatto	0,00	-0,50	-1,00	-2,45
Totale punteggio	0,25	-3,75	-8,25	

V_m : MURATURE (vedi manuale istruzioni)						
PARAMETRO	A	B	C	D	peso	
	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D		
P1 – tipo/organizzazione sistema resistente	0,00	1,31	5,23	11,76	1,00	
P2 – qualità del sistema resistente	0,00	1,31	6,54	11,76	0,25	
P3 – resistenza convenzionale	0,00	1,31	6,54	11,76	1,50	
P4 – posizione edificio e fondazioni	0,00	1,31	6,54	11,76	0,75	
P5 – orizzontamenti	0,00	1,31	3,92	11,76	$0,5*(100/\alpha_0)$	*
P6 – configurazione planimetrica	0,00	1,31	6,54	11,76	0,50	
P7 – configurazione in elevazione	0,00	1,31	6,54	11,76	0,5/1,0	**
P8 – distanza massima tra le murature	0,00	1,31	6,54	11,76	0,25	
P9 – copertura	0,00	3,92	6,54	11,76	$0,5 + \alpha_1 + \alpha_2$	***
P10 – elementi non strutturali	0,00	0,00	6,54	11,76	0,25	
P11 – stato di fatto	0,00	1,31	6,54	11,76	1,00	
3,825	0,00	15,71	68,00	129,36	Totale punteggio	
*	$\alpha_0 =$ %solai rigidi e ben collegati					
**	0,5 per presenza portici al p. terra					
***	$\alpha_1 = 0,25$ per copertura in latero-cemento (o di peso maggiore a 200kg/mq, altrimenti $\alpha_1 = 0$. $\alpha_2 = 0,25$ se il rapporto tra perimetro copertura ed lunghezza totale appoggi è ≥ 2 , $\alpha_2 = 0$ altri casi					



Il metodo semplificato MS[®]II edifici esistenti in muratura e c.a.

DEFINIZIONE DELLA CORRISPONDENZA dei VALORI NUMERICI TRA LE CLASSI DI VULNERABILITA' GNDT (A, B, C, D) E LE CLASSI DI VULNERABILITA' DELLE LINEE GUIDA (V1, V2, V3, V4, V5, V6).

I valori numerici afferenti alle classi di vulnerabilità da **V1** a **V6**, di cui alle Linee Guida, sono stati valutati mediante l'applicazione del metodo GNDT agli edifici così come definiti nella tabella 4 delle stesse Linee Guida. Mettendo in relazione tali valori con quelli totali di cui ai prospetti **V_c** e **V_m** per le classi A, B, C, D risulta la corrispondenza come evidenziata nella **tabella A** (comprese talune modeste approssimazioni numeriche).



	V _c	V _m	(GNDT)	(LG)	valori V
calcestruzzo armato	0,25	0,00	A	V1	0,00
	-0,50	7,56			
	-1,00	12,59		V2	15,00
	-1,25	15,11			
	-1,50	17,63			
	-2,00	22,66			
-2,50	27,70		30,00		
calcestruzzo armato e muratura	-3,00	32,73	B	V3	30,00
	-3,50	37,77			
	-3,75	40,28			
	-4,00	42,80			
	-4,50	47,84		V4	45,00
	-5,00	52,87			
	-5,50	57,91			
	-6,00	62,94			
	-6,50	67,98			
	-7,00	68,84			
muratura	-7,50	69,70	C	V5	
	-8,00	70,57			
	-8,25	71,00			
		74,90			
		78,50			
muratura		84,50	D	V6	81,50
		87,75			
		91,50			
		98,25			
		100,00			



Vulnerabilità GNDT	A		B		C	D
Vulnerabilità Linee Guida	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Min	0,00	15,00	30,00	45,00	63,00	81,50
Max	15,00	30,00	45,00	63,00	81,50	100,00



Il metodo semplificato MS[®] II

Tabella 5 linee guida allegate al DM 65/17

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	PAM ≤ 0,50%				V ₁ ÷ V ₂
A*	0,50% < PAM ≤ 1,00%			V ₁ ÷ V ₂	V ₃ ÷ V ₄
B*	1,00% < PAM ≤ 1,50%	V ₁	V ₁ ÷ V ₂	V ₃	V ₅
C*	1,50% < PAM ≤ 2,50%	V ₂	V ₃	V ₄	V ₆
D*	2,50% < PAM ≤ 3,50%	V ₃	V ₄	V ₅ ÷ V ₆	
E*	3,50% < PAM ≤ 4,50%	V ₄	V ₅		
F*	4,50% < PAM ≤ 7,50%	V ₅	V ₆		
G*	7,50% < PAM	V ₆			

Tabella 1

Vulnerabilità GNDT	A		B		C	D
Vulnerabilità Linee Guida	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Min	0,00	15,00	30,00	45,00	63,00	81,50
Max	15,00	30,00	45,00	63,00	81,50	100,00

Prospetto A

Classe di Rischio	PAM	ZONA 1: PGAd (SLV)=	ZONA 2: PGAd (SLV)=	ZONA 3: PGAd (SLV)=	ZONA 4: PGAd (SLV)=	R' = P x V
		3,50	2,50	1,50	0,50	
		R'i,max= PixVi,max	R'i,max= PixVi,max	R'i,max= PixVi,max	R'i,max= PixVi,max	
A+*	PAM ≤ 0,50%				15,00	15,00
A*	0,50% < PAM ≤ 1,00%			45,00	31,50	45,00
B*	1,00% < PAM ≤ 1,50%	52,50	75,00	67,50	40,75	75,00
C*	1,50% < PAM ≤ 2,50%	105,00	112,50	94,50	50,00	112,50
D*	2,50% < PAM ≤ 3,50%	157,50	157,50	150,00		157,50
E*	3,50% < PAM ≤ 4,50%	220,50	203,75			220,50
F*	4,50% < PAM ≤ 7,50%	285,25	250,00			285,25
G*	PAM > 7,50%	350,00				350,00

IL METODO SEMPLIFICATO MS[®] II DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO E' STATO MESSO IN RELAZIONE ED IN LINEA CON QUELLO CONTEMPLATO DALLE LINEE GUIDA ALLEGATE AL DECRETO MIT 65/17 CON I SEGUENTI PASSAGGI. E' STATA, IN PRIMO LUOGO, DEFINITA UNA CORRISPONDENZA, ATTRAVERSO VALUTAZIONI A PARTE ESEGUITE, TRA LE CLASSI DI VULNERABILITA' GNDT (A, B, C, D) E CLASSI DI VULNERABILITA' DELLE LINEE GUIDA (V1, V2, V3, V4, V5, V6) RIPIPORTATA NELLA TABELLA 1:

IN SECONDO LUOGO, NELLA PRIMA RIGA TABELLA 5 ALLEGATA ALLE LINEE GUIDA AL POSTO DELLE "ZONE SISMICHE" SI CONSIDERANO I VALORI DELLE ACCELERAZIONI SISMICHE MASSIME P PER LE 4 ZONE SISMICHE ED AL POSTO DELLE LETTERE Vi, RELATIVE ALLA VARIE CLASSI DI VULNERABILITA', E' STATO CONSIDERATO IL PRODOTTO: P x Vi. RISULTA IL SEGUENTE PROSPETTO A.

Classe di Rischio	PAM	R' = P x V
A+*	PAM ≤ 0,50%	15,00
A*	0,50% < PAM ≤ 1,00%	45,00
B*	1,00% < PAM ≤ 1,50%	75,00
C*	1,50% < PAM ≤ 2,50%	112,50
D*	2,50% < PAM ≤ 3,50%	157,50
E*	3,50% < PAM ≤ 4,50%	220,50
F*	4,50% < PAM ≤ 7,50%	285,25
G*	PAM > 7,50%	350,00



Il metodo semplificato MS[®]II: valutazione Pericolosità Sismica - P

► POSIZIONE GEOGRAFICA DI VERIFICA

Calcolo della pericolosità sismica del sito

Nome Progetto

80° anniversario

Indirizzo e CAP

via balzarini 1, teramo

Comune

Teramo

CALCOLO PERICOLOSITÀ SISMICA

Latitudine

42.6702

longitudine

13.7015

Pericolosità (m/s²)

1.83



Il metodo semplificato MS[®] II: valutazione Vulnerabilità Sismica parametri 1 e 5

TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (PARAMETRO 1 MS[®])

Sistema resistente

[GUIDA AL PARAMETRO](#)

Tipologia edificio

Edifici che, pur NON presentando cordoli o catene a tutti i livelli, sono costituiti da pareti ben ammassate tra loro

Tipologia selezionata

Edifici che, pur NON presentando cordoli o catene a tutti i livelli, sono costituiti da pareti ben ammassate tra loro

Indicatore

5.23

Classe

C

TIPOLOGIA ORIZZONTAMENTI (PARAMETRO 5 MS[®])

Tipologia orizzontamenti

[GUIDA AL PARAMETRO](#)

Tipologia struttura

Orizzontamenti deformabili (assenza di caldana in ca., ovvero doppio tavolato incrociato, ecc) MA EFFICACEMENTE COLLEGATI ALLE PARETI

Tipologia selezionata

Orizzontamenti deformabili (assenza di caldana in ca., ovvero doppio tavolato incrociato, ecc) MA EFFICACEMENTE COLLEGATI ALLE PARETI (cordoli, catene, ecc)

Indicatore

1.31

Classe

B



Il metodo semplificato MS[®] II: valutazione Vulnerabilità Sismica parametri 10 e 11

ELEMENTI NON STRUTTURALI (PARAMETRO 10 MS [®])	
Elementi non strutturali	GUIDA AL PARAMETRO
Tipologia elementi	Edifici privi di masse appese (insegne), aggetti (pensiline e tettoie), controsoffitti, rivestimenti lapidei in quota, cornicioni in gesso, comignoli. P <input type="checkbox"/>
Tipologia selezionata	Edifici privi di masse appese (insegne), aggetti (pensiline e tettoie), controsoffitti, rivestimenti lapidei in quota, cornicioni in gesso, comignoli. Presenza di impianti di peso modesto ed efficacemente collegati (presenza di contoventature) e con presenza di giunti. Presenza di tramezzature di modeste estensioni ed efficacemente collegate alle strutture.
Indicatore	0.00
Classe	A/B

STATO DI FATTO (PARAMETRO 11 MS [®])	
Stato di fatto	GUIDA AL PARAMETRO
Tipologia struttura	Edifici che presentano lesioni capillari non diffuse <input type="checkbox"/>
Tipologia selezionata	Edifici che presentano lesioni capillari non diffuse.
Indicatore	1.31
Classe	B



Il metodo semplificato MS[®] II: valutazione Vulnerabilità Sismica parametri 10 e 11; *schermate di stampa*

ELEMENTI NON STRUTTURALI (PARAMETRO 10 MS[®])

Edifici privi di masse appese (insegne), aggetti (pensiline e tettoie), controsoffitti, rivestimenti lapidei in quota, cornicioni in gesso, comignoli. Presenza di impianti di peso modesto ed efficacemente collegati (presenza di contoventature) e con presenza di giunti. Presenza di tramezzature di modeste estensioni ed efficacemente collegate alle strutture

Indicatore:	0.00
Classe:	A

STATO DI FATTO (PARAMETRO 11 MS[®])

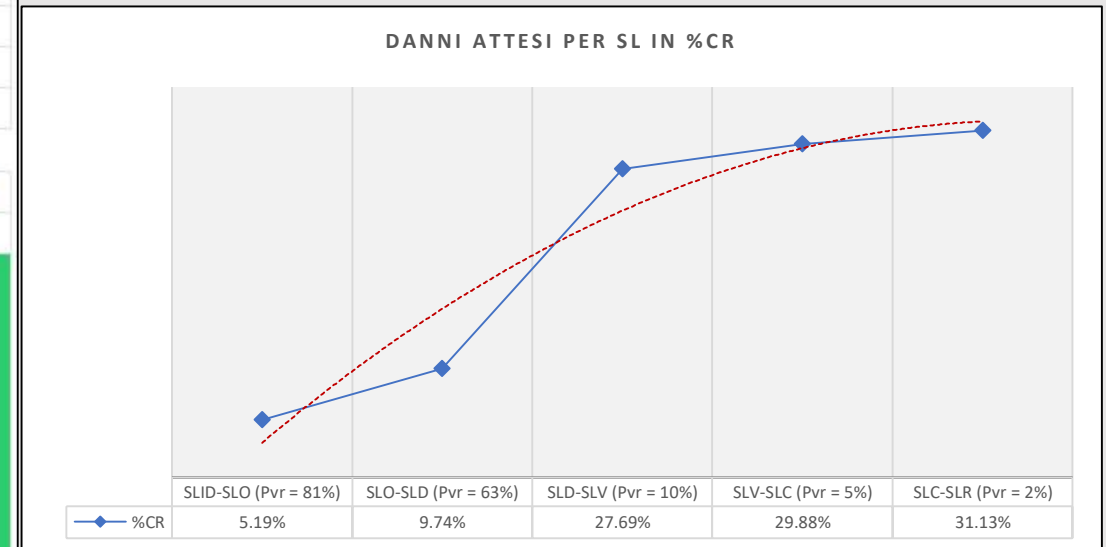
Edifici che presentano lesioni capillari non diffuse

Indicatore:	1.31
Classe:	B



Il metodo semplificato MS[®] II: ESITO VALUTAZIONE CLASSE DI RISCHIO SISMICO

CLASSE DI RISCHIO SISMICO						
Vulnerabilità						
Vulnerabilità	A	B	C	D	V	
Vulnerabilità	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Min	0.00	15.00	30.00	45.00	63.00	81.50
Max	15.00	30.00	45.00	63.00	81.50	100.00
Livello vulnerabilità						
Vulnerabilità media						
Re = PGAd(SLV) x V						
PGAd (SLV) (m/s ²)						
CLASSE DI RISCHIO SISMICO	PAM	Intervento		53.02	1.17	
A+	PAM <= 0,50%	0.00%	12.60%	15.00	B	
A	0,50% < PAM <= 1,00%	12.60%	24.16%	45.00		
B	1,00% < PAM <= 1,50%	24.16%	37.24%	75.00		
C	1,50% < PAM <= 2,50%	37.24%	64.62%	112.50		
D	2,50% < PAM <= 3,50%	64.62%	89.23%	157.50		
E	3,50% < PAM <= 4,50%	89.23%	100.00%	220.50		
F	4,50% < PAM <= 7,50%	100.00%	100.00%	285.25		
G	PAM > 7,50%	100.00%	100.00%	350.00		
Necessita di intervento a discrezione della proprietà Livello di rischio sismico ->					RISCHIO SISMICO	
PAM (%) ->					MEDIO-BASSO	
CR% (SLV) (Vn=50anni; classe d'uso II) ->					27.69	



Il metodo semplificato MS[®]II

A COSA SERVE?

E' uno strumento utile se collocato all'interno di una strategia di prevenzione che necessariamente deve basarsi sulla conoscenza del costruito sotto il profilo del rischio sismico.

L'applicazione di MS[®]II fornisce per ogni singolo edificio in c.a. o muratura *i valori $R' = P \times V$ e la classe di rischio sismico ($A^+, A^*, B^*, C^*, D^*, E^*, F^*, G^*$)* e consente:

- *di avere una messe di dati R' e di **classi di rischio** relativi a tutti gli edifici facenti parte di un patrimonio immobiliare o di un Comune, ecc... e di redigere la mappa del rischio sismico afferente a quel patrimonio.*



Il metodo semplificato MS[®]II A COSA SERVE?

- *di formare un database, per successive attività di monitoraggio ed analisi statistiche, in quanto le valutazioni contemplate nel metodo MS[®]II si effettuano mediante l'utilizzo di un software applicativo installato su una piattaforma elettronica dedicata. Le Amministrazioni/Enti/Società che adotteranno questo sistema potranno monitorare lo stato di certificazione degli edifici ed eventuali loro revisioni in maniera agevole attraverso un portale Web-GIS. In tale portale viene localizzato l'edificio certificato dal professionista con evidenza, tramite grafiche vettoriali di colori differenti, del livello della classe di rischio sismico comprese anche le informazioni di tipo quantitativo: cliccando sull'edificio di interesse si può avere lo stato dell'arte per quell'edificio in termini di valutazione e/o interventi eseguiti.*



Il metodo semplificato MS[®] II

A COSA SERVE?

E sulla scorta della mappa del rischio sismico di quel patrimonio edilizio, consente:

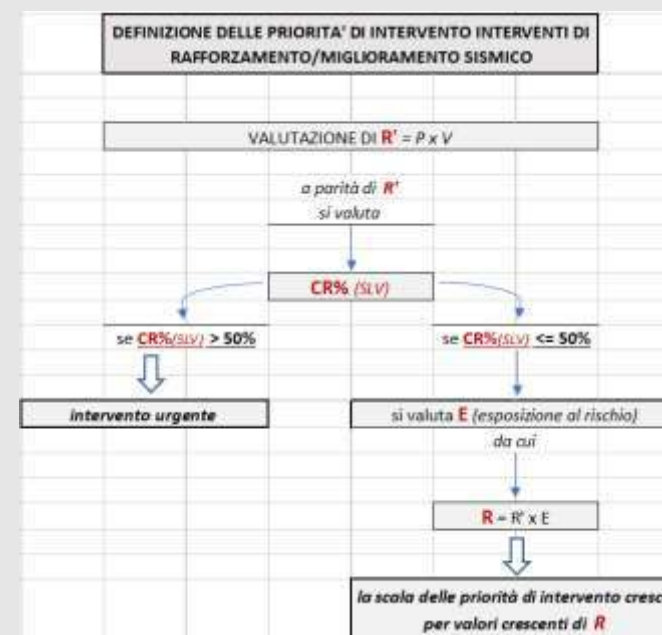
di redigere un eventuale Piano di Riduzione del Rischio Sismico per il patrimonio edilizio definendo una scala di priorità per la successiva e necessaria applicazione del metodo convenzionale partendo da quell'edificio che risulta avere, secondo il metodo semplificato, una classe di rischio più alta rispetto agli altri edifici facenti parte dello stesso patrimonio.

E quindi:

di pianificare razionalmente, sulla scorta di una scala di priorità, l'impiego di risorse, sempre limitate rispetto ai fabbisogni ormai accertati del comparto, da mettere in campo per una più efficace strategia di prevenzione.

- Vengono verificate le date di progettazione degli edifici e confrontate con le mappe di classificazione sismica del territorio italiano dal 1975 in poi (1974 legge 64/74 "norme per le costruzioni in zone sismiche"), che si sono avute nel corso degli anni. **Avranno priorità, nella scala di applicazione del metodo semplificato gli edifici progettati prima che il territorio in cui questi ricadono sia stato classificato come sismico, secondo il seguente prospetto:**

priorità applicazione MS [®]		
priorità	epoca di costruzione	note
1	< 1974	se anno di costruzione o di miglioramento/adeguamento strutturale < anno di classificazione sismica del comune in cui si trova l'edificio
1	1975 2008	se anno di costruzione o di miglioramento/adeguamento strutturale < anno di classificazione sismica del comune in cui si trova l'edificio
2		se anno di costruzione o di miglioramento/adeguamento strutturale > anno di classificazione sismica del comune in cui si trova l'edificio



Il metodo semplificato MS[®] II a confronto con il metodo convenzionale

1. Edificio industriale ABB, situato nella zona industriale del Comune di Teverola (CE);
2. Edificio B11 ESA-ESRIN, situato nel sito di Frascati (RM);
3. Edificio Banca Intesa, in Via San Martino nel Comune di Messina;
4. Edificio Autostrade per l'Italia, in Roma «Villa Fassini»

num.	committente	edificio	tipologia	Classe di Rischio sismico	
				metodo convenzionale	metodo MS [®]
1	ABB	zona industriale, TEVEROLA (CE)	c.a.	A	B
2	ESA_ESRIN - Frascati (RM)	edificio B11	c.a.	B	B
3	BANCA INTESA - MESSINA	edificio, Via San Martino 2	muratura	B	B
4	AUTOSTRADe per L'ITALIA	edificio in Roma - "Villa Fassini"	muratura	A	B

