

L'ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI PISA

In collaborazione con

Con il patrocinio della Federazione  
degli Ordini degli Ingegneri della  
Regione Toscana



UNIVERSITÀ DI PISA



# LA NUOVA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEGLI EDIFICI

9 MAGGIO 2017 – PALAZZO DEI CONGRESSI

VIA GIACOMO MATTEOTTI 1, PISA

# POSSIBILI EVOLUZIONI DELL'ATTUALE CLASSIFICAZIONE

prof. ing. Franco Braga  
**PRESIDENTE ANIDIS**



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA



Finora ho cercato, insieme a Voi, le origini della maggior parte delle idee presenti nelle **LG17** rintracciandole nelle **LG14** e nella tesi di dottorato **Picchi**.

Ora, alla conclusione della presentazione, voglio con Voi ipotizzare quali potrebbero essere le parti delle **LG17** su cui intervenire allo scopo di migliorarle e quali potrebbero essere gli interventi migliorativi.

Il **1° intervento** che, a mio avviso, andrebbe adottato è la **reintroduzione** dell'approccio semplificato «**macrosismico**» (oggi riservato ai soli edifici di muratura) **anche per gli edifici di c.a.**

Dico **reintrodurre** perché, sino all'ultimo, **tale trattazione è stata in discussione** e solo il legittimo desiderio di semplificare ed abbreviare la ha **prima spostata in appendice, poi eliminata.**

La macrosismica, nota la tipologia costruttiva (muratura, c.a.), identifica la classe di vulnerabilità di appartenenza individuandone le debolezze peculiari e suggerendo in che modo eliminarle, così **fornendo una utile guida operativa.**

**A tali debolezze si legano i collassi parziali**, alla cui eliminazione si riferisce il metodo semplificato, consentendo di ridurre di una unità la classe di rischio.



Tipologia di struttura		Classe di vulnerabilità					
		V <sub>6</sub> ≡ A <sub>EMS</sub>	V <sub>5</sub> ≡ B <sub>EMS</sub>	V <sub>4</sub> ≡ C <sub>EMS</sub>	V <sub>3</sub> ≡ D <sub>EMS</sub>	V <sub>2</sub> ≡ E <sub>EMS</sub>	V <sub>1</sub> ≡ F <sub>EMS</sub>
CALCESTRUZZO ARMATO	Telai con un livello di progettazione antisismica nullo		---	○			
	Telai con un livello di progettazione antisismica moderato			---	○		
	Telai con un livello di progettazione antisismica elevato				---	○	
	Pareti con un livello di progettazione antisismica nullo			○			
	Pareti con un livello di progettazione antisismica moderato				○		
	Pareti con un livello di progettazione antisismica elevato					○	

Tale reintroduzione, per essere efficace, richiederà anche una **revisione dei ruoli ricoperti dal metodo semplificato e dal metodo convenzionale**.

Nella visione delle **LG14** **i due metodi sono consecutivi, non alternativi.**

In altri termini il **metodo semplificato** (la macrosismica) serve per valutare, in modo facile e immediato, la situazione nella quale si trova la costruzione in esame, specie con riferimento ai possibili (e purtroppo molto numerosi) collassi locali, **da eliminare prima di occuparsi del collasso globale**.

Sgombrato il campo dai collassi locali si passa al **metodo convenzionale** per individuare ed eliminare i collassi globali.

Nelle **LG17** questo percorso logico è, a mio avviso, meno chiaro, specie per la scomparsa della macrosismica in relazione al c.a., sostituita da una serie di interventi da adottare obbligatoriamente, senza alcuna attribuzione di classe di vulnerabilità e senza alcuna conseguente differenziazione.

Tutto ciò indipendentemente dalla normativa vigente alla data della costruzione, in termini sia di pericolosità sia di indicazioni progettuali.

**Sicuramente semplice e rapido, necessariamente e facilmente migliorabile**

Il **2° intervento migliorativo** dovrebbe interessare la individuazione della classe di rischio **PAM**, sulla base della classe di vulnerabilità della costruzione.

Come già detto, le **LG17** considerano **più vulnerabili** (attribuiscono loro un rischio maggiore) le 6 Classi, di quanto facciano le **LG14**.

Classe di rischio	PAM	LG 2017				LG 2014			
		Classe di vulnerabilità				Classe di vulnerabilità			
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	$\leq 0,50\%$				$V_1 \div V_2$		$V_1$	$V_1 \div V_3$	$V_1 \div V_6$
A*	$0,50\% < \leq 1,00\%$			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$	$V_1$	$V_2$	$V_4 \div V_5$	
B*	$1,00\% < \leq 1,50\%$	$V_1$	$V_1 \div V_2$	$V_3$	$V_5$	$V_2$	$V_3$	$V_6$	
C*	$1,50\% < \leq 2,50\%$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_6$	$V_3$	$V_4$		
D*	$2,50\% < \leq 3,50\%$	$V_3$	$V_4$	$V_5 \div V_6$		$V_4$	$V_5$		
E*	$3,50\% < \leq 4,50\%$	$V_4$	$V_5$			$V_5$	$V_6$		
F*	$4,50\% < \leq 7,50\%$	$V_5$	$V_6$			$V_6$			
G*	$< 7,50\%$	$V_6$							

Questo **atteggiamento cautelativo**, visibile già per le **Zone 1 e 2** (ma con entità più contenute) diventa molto più evidente per le **Zone 3 e 4**.

Mentre per le **Zone 1 e 2**, infatti, a parità di classe di vulnerabilità la classe di rischio attribuita dalle **LG17** è mediamente più alta di un livello rispetto a quella attribuita dalle **LG14 (nonché dalla EMS-98)**, passando alle **Zone 3 e 4** questa differenza, mediamente, sale a due livelli.

Pur condividendo la necessità di un atteggiamento cautelativo, tale livello di cautela sembra eccessivo o, comunque, merita una riflessione critica.

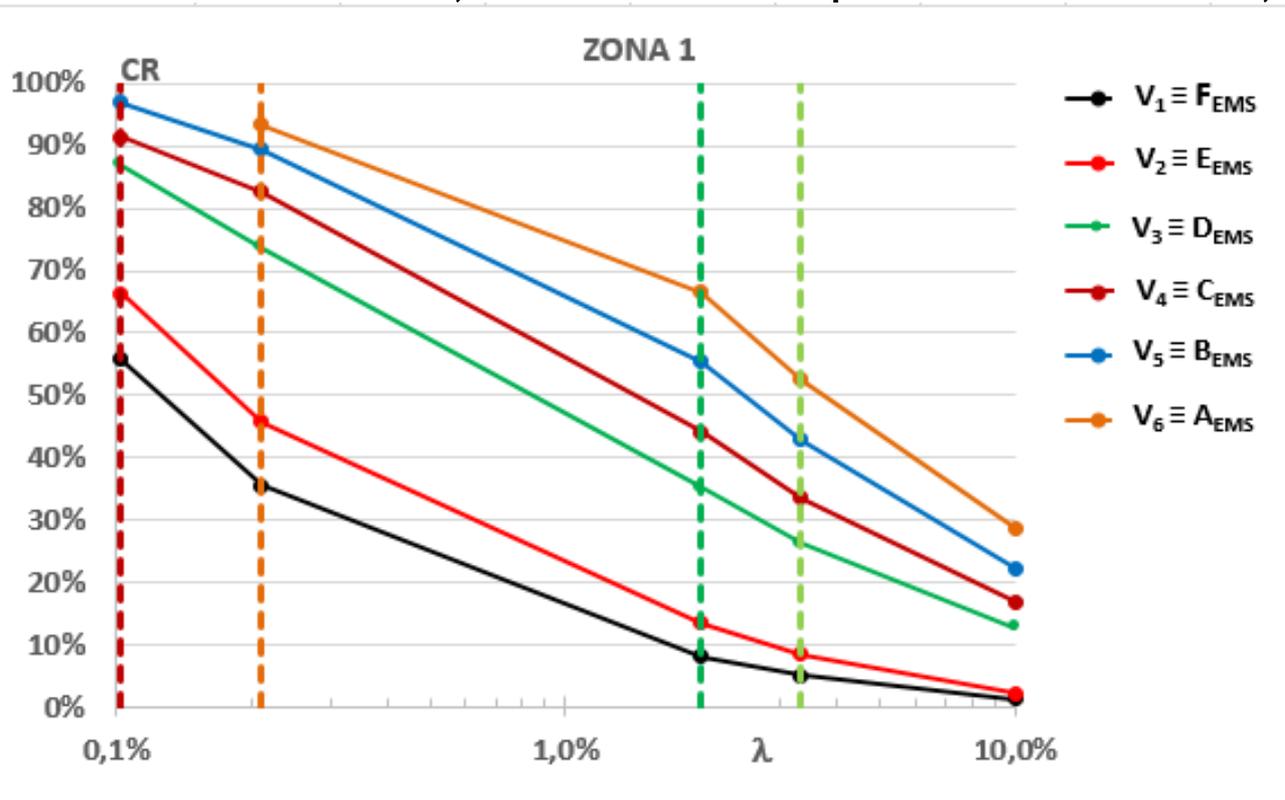
Ciò, in particolare, ricordando che l'accorpamento dei comuni nelle 4 zone sismiche comporta un andamento lineare delle PGA (**OPCM 3519/06**)

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

a fronte di un comportamento a soglie degli edifici e quindi di un danno che manifesta, al crescere della PGA, un andamento tutt'altro che lineare.

Questo **atteggiamento cautelativo**, peraltro, viene meno nell'attribuzione del danno prodotto dai terremoti più frequenti (aventi  $\lambda$  massimo).

Se infatti si riportano le curve di vulnerabilità delle **LG14** in Zona 1, si vede chiaramente come, anche in corrispondenza di **SLID**, il danno non sia nullo.



Classe di vulnerabilità	CR
$V_6 \equiv A_{EMS}$	28,69%
$V_5 \equiv B_{EMS}$	22,27%
$V_4 \equiv C_{EMS}$	16,99%
$V_3 \equiv D_{EMS}$	12,77%
$V_2 \equiv E_{EMS}$	2,20%
$V_1 \equiv F_{EMS}$	1,33%

Poiché nella valutazione del **PAM** i valori di **CR** sono pesati dai  $\lambda$  corrispondenti (e questi sono i più alti) tali differenze contano, in specie nei confronti tra classi diverse.

Un **3° intervento migliorativo** deve riguardare il **metodo convenzionale** e le sue indicazioni.

Esaminando più da vicino il metodo convenzionale è evidente come il suo tendere, **sistematicamente**, ai danni dell'edificio a norma possa risultare particolarmente gravoso e, in termini progettuali, addirittura **fuorviante**.

Specie muovendo da situazioni particolarmente vulnerabili (Classi  $V_6$ ,  $V_5$ ) appare più ragionevole tendere a situazioni di vulnerabilità più prossime e ragionevolmente conseguibili ( $V_4$ ,  $V_3$ ) che puntare alle situazioni in assoluto meno vulnerabili ( $V_2$ ,  $V_1$ ) con il rischio di applicare interventi esageratamente onerosi o stravolgenti per la tipologia in esame.

Meglio percorrere la strada della gradualità, spostandosi da una classe alla classe meno vulnerabile contigua, eventualmente ripetendo il processo di miglioramento in più passi, che volere, in un unico passo, conseguire i risultati desiderati.

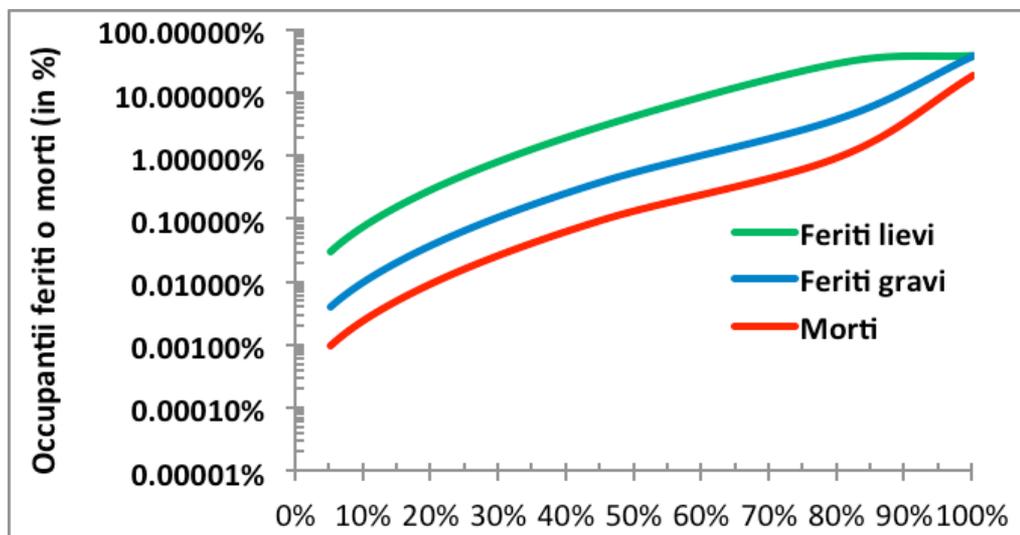
Da questo punto di vista, anche le **tecniche di intervento debbono essere meglio articolate tra loro e forse ripensate**, così da consentire quella gradualità e quella **possibilità di intervenire in più passaggi successivi**, che ho appena invocato.

Un 4° punto sul quale lavorare, è poi rappresentato dallo  $I_{sv}$  e dal significato che esso assume.

Premesso che il modo di valutare la sicurezza è così radicato nella ns. cultura che è difficile e, al limite, pericoloso tentare di modificarlo, **dunque ben venga lo  $I_{sv}$** , non si può nascondere il fatto che anche la sicurezza, in una situazione tutta orientata al danno, dovrebbe essere affrontata **riducendo il PAM piuttosto che incrementando la resistenza ultima.**

Volendo infatti contenere il numero di morti e feriti è evidente come tale numero emerga dal totale dei morti e feriti che accompagnano l'insieme degli stati limite, **non solo da quelli legati allo stato limite di salvaguardia della vita.**

Questa constatazione è ben chiara nella pubblicistica internazionale da cui (**ATC**) è tratto il grafico riportato a lato che rappresenta il numero di morti e feriti (in % sul numero di occupanti) al variare del livello di danno sismico **CR** subito dalla costruzione.



Un **5° punto** sul quale lavorare, infine, è rappresentato dalla necessità di irrobustire il procedimento proposto su base statistico-probabilistica.

I dati numerici mostrati sono stati ricavati (nella tesi di dottorato già citata) elaborando i dati riportati nel «**LIBRO BIANCO SULLA RICOSTRUZIONE PRIVATA FUORI DAI CENTRI STORICI NEI COMUNI COLPITI DAL SISMA DELL'ABRUZZO DEL 6 APRILE 2009**» edito da Doppiovoce.

Tali dati costituiscono una utile base di riferimento, ma debbono **necessariamente** essere integrati con ulteriore documentazione tratta da altre fonti ed altri terremoti, sfruttando sistematicamente la presenza della macrosismica per arricchire la base dati.

Il procedimento proposto dalle **LG14** e ripreso dalle **LG17** (dopo averlo integrato con lo  $I_{sv}$ ) è, infatti, una assoluta novità a livello mondiale.

Come tale ha bisogno di un periodo di valutazione e stabilizzazione, non perché le idee fondanti non siano condivise e condivisibili, ma solo per accertarsi che le quantizzazioni numeriche siano corrette e confermabili.

**DUNQUE, AL LAVORO ... CON IL SISMA BONUS .....  
E SULL'ALLEGATO**



**FINE**

**STAVOLTA AUTENTICA**