



## MT RICCI: VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' SISMICA CON IL METODO SEMPLIFICATO MS®II

La vulnerabilità sismica può essere valutata mediante l'applicazione di diversi metodi semplificati basati su un approccio di tipo macrosismico e viene desunta dall'analisi sintetica delle caratteristiche formali e costruttive dell'edificio (tipo EMS 98).

La vulnerabilità di ogni edificio viene espressa mediante un punteggio o *indice di vulnerabilità* che consente di ordinare gli edifici secondo una scala convenzionale e relativa.

La classificazione tipologica utilizzata nella **scala macrosismica europea EMS98** distingue, in primo luogo, le costruzioni in funzione del materiale strutturale: *muratura*, *calcestruzzo armato*, *acciaio*, *legno* e per ciascuna categoria sono quindi individuate differenti tipologie costruttive. La scala macrosismica fornisce una relazione fra queste 4 tipologie costruttive e le corrispondenti **classi di vulnerabilità** che hanno un andamento decrescente da A a F.

Tipologie	Classi di vulnerabilità					
	A	B	C	D	E	F
MURATURA	Pietra grezza	○				
	Casa 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			○			

### Il metodo MS® II

Il metodo MS®II di MT Ricci, valuta la vulnerabilità sismica con il cosiddetto *“metodo basato sul giudizio di esperti” messo a punto dal GNDT (GNDT 1994, Corsanego e Petrini 1994)*. Quest'ultimo consiste nell'attribuzione ad ogni edificio di un indice di vulnerabilità, e quindi di un numero, che viene determinato secondo certe regole e 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*). I valori **numerici** che verranno assegnati con questo metodo semplificato ad ogni singolo parametro sono schematizzati nei prospetti che seguono.



Classe EMS 98	A	B	C	D	E	F
Iv (medio)	60	40	20	0	-20	(-40)

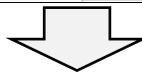
Il punto di partenza è l'osservare (Lagomarsino e Giovinazzi, 2001) che le matrici binomiali implicite nella EMS98 ed il modello di vulnerabilità di Petrini (GNDT 90) siano sostanzialmente coerenti quando si assume la corrispondenza fra classe EMS98 ed Indice di Vulnerabilità Iv (schede AEDES)

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.*

Qui di seguito vediamo invece riepilogate le valutazioni relative ai valori dell'indice Iv propri del metodo **MS@II** di **MT Ricci** (da schede AEDES):

STRUTTURA IN MURATURA		muratura a tessitura irregolare e di cattiva qualità		muratura a tessitura regolare e di buona qualità	
		senza catene o cordoli	con catene o cordoli	senza catene o cordoli	con catene o cordoli
		sistemi spingenti	A	A	A
solaio deformabile	A	B	B	C	
solaio semirigido	B	B	C	D	
solaio rigido	B	C	C	D	
STRUTTURA IN C.A.	regolarità in pianta e/o in elevazione - regolarità disposizione tamponature	irregolare / irregolare	irregolare / regolare	regolare / irregolare	regolare / regolare
	strutture con telai in c.a.	C	C	C	D
	strutture con pareti in c.a.	C	D	D	D



STRUTTURA IN MURATURA		muratura a tessitura irregolare e di cattiva qualità		muratura a tessitura regolare e di buona qualità	
		senza catene o cordoli	con catene o cordoli	senza catene o cordoli	con catene o cordoli
		sistemi spingenti	75	70	65
solaio deformabile	65	60	55	50	
solaio semirigido	60	55	50	45	
solaio rigido	55	50	45	40	
STRUTTURA IN C.A.	regolarità in pianta e/o in elevazione - regolarità disposizione tamponature	irregolare / irregolare	irregolare / regolare	regolare / irregolare	regolare / regolare
	strutture con telai in c.a.	55	50	50	45
	strutture con pareti in c.a.	50	45	45	40



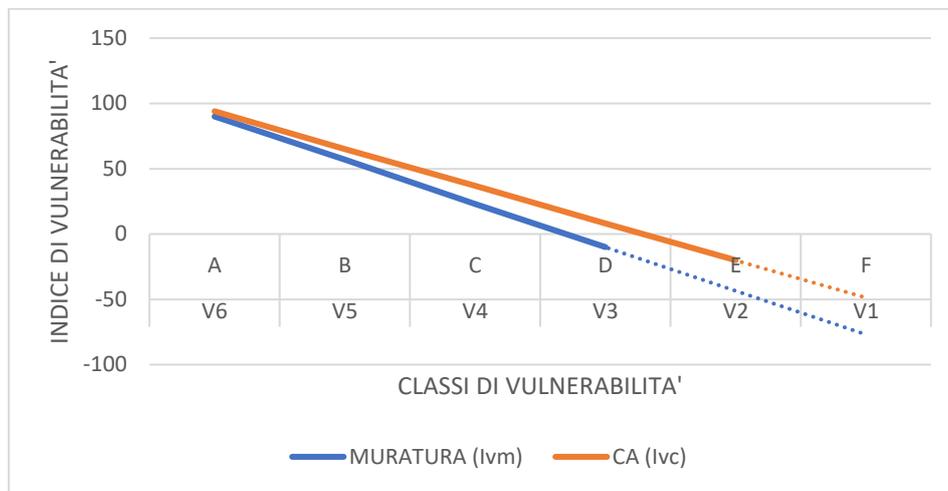
società del gruppo Ricci S.p.A.

Per edifici senza evidente danno o dissesto preesistente, l'indice  $I_v$  per il singolo edificio varia nei seguenti intervalli:

- per edifici in muratura: da -10 a 90 (da classe D a classe A)
- per edifici in c.a.: da -20 a 65 (da classe E a classe A)

Pertanto questi sono i risultati:

CLASSI VULNERABILITA' LINEE GUIDA	V6	V5	V4	V3	V2	V1
CLASSI VULNERABILITA' EMS98	A	B	C	D	E	F
MURATURA ( $I_{vm}$ )	90	57	23	-10		
C.A. ( $I_{vc}$ )		65	37	8	-20	



Di seguito l'approfondimento sugli **edifici in muratura**:

PARAMETRO		CLASSI A, B, C, D				peso		CLASSE B, C, D		
		CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D			CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D
tipo ed organizzazione del sistema resistente	P1	0,00	1,31	5,23	11,76	1,00		1,31	5,23	11,76
qualità del sistema resistente	P2	0,00	1,31	6,54	11,76	0,25		0,33	1,63	2,94
resistenza convenzionale	P3	0,00	1,31	6,54	11,76	1,50		1,97	9,81	17,64
posizione dell'edificio e fondazioni	P4	0,00	1,31	6,54	11,76	0,75		0,98	4,91	8,82
orizzontamenti	P5	0,00	1,31	3,92	11,76	$0,5 \cdot (100/\alpha_0)$	*	1,31	3,92	11,76
configurazione planimetrica	P6	0,00	1,31	6,54	11,76	0,50		0,66	3,27	5,88
configurazione in elevazione	P7	0,00	1,31	6,54	11,76	0,5/1,0	**	1,31	6,54	11,76
distanza massima tra le murature	P8	0,00	1,31	6,54	11,76	0,25		0,33	1,64	2,94
copertura	P9	0,00	3,92	6,54	11,76	$0,5 + \alpha_1 + \alpha_2$	***	3,92	6,54	11,76
elementi non strutturali	P10	0,00	0,00	6,54	11,76	0,25		0,00	1,64	2,94
stato di fatto	P11	0,00	1,31	6,54	11,76	1,00		1,31	6,54	11,76
	3,825	0,00	15,71	68,00	129,36			13	52	100
		* $\alpha_0 = 0$ 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 $\geq 2$ , $\alpha_2 = 0$ altri casi								

CLASSI VULNERABILITA' LINEE GUIDA	V6	V5	V4	V3	V2	V1
CLASSI VULNERABILITA' EMS98	A	B	C	D	E	F
CLASSI VULNERABILITA' GNDT	D	C	B	A		



<b>MURATURA (Iv,m EMS98)</b>	90	57	23	-10	
<b>MURATURA (Iv,m GNDT)</b>	100	52	13	0	

Questi invece i risultati per gli edifici in **cemento armato**:

<b>Iv,c: CALCESTRUZZO ARMATO</b>						
		A	B	C	D	
PARAMETRO		CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D	
tipo ed organizzazione sistema resistente	P1	0,00	-1,00	-2,00	0,00	
qualità del sistema resistente	P2	0,00	-0,25	-0,50	0,00	
resistenza convenzionale	P3	0,25	0,00	-0,25	0,00	
posizione dell'edificio e fondazioni	P4	0,00	-0,25	-0,50	0,00	
orizzontamenti	P5	0,00	-0,25	-0,50	0,00	
configurazione planimetrica	P6	0,00	-0,25	-0,50	0,00	
configurazione in elevazione	P7	0,00	-0,50	-1,50	0,00	
collegamenti ed elementi critici	P8	0,00	-0,25	-0,50	0,00	
elementi con bassa duttilità	P9	0,00	-0,25	-0,50	0,00	
elementi non strutturali	P10	0,00	-0,25	-0,50	0,00	
stato di fatto	P11	0,00	-0,50	-1,00	-2,45	
	<b>totali</b>	<b>0,25</b>	<b>-3,75</b>	<b>-8,25</b>	<b>-2,45</b>	
se $V_c > -6,5$ ; $V_{eq,m} =$	$2,5175 - 10,07 V_c =$	0	40			
se $V_c < -6,5$ ; $V_{eq,m} =$	$56,72 - 1,731 V_c =$			71		
		<b>0</b>	<b>40</b>	<b>71</b>		

CLASSI VULNERABILITA' LINEE GUIDA	V6	V5	V4	V3	V2	V1
CLASSI VULNERABILITA' EMS98	A	B	C	D	E	F
CLASSI VULNERABILITA' GNDT	D	C	B	A		
<b>C.A. (Iv,c EMS98)</b>		<b>65</b>	<b>37</b>	<b>8</b>	<b>-20</b>	
<b>C.A. (Iv,c GNDT)</b>		<b>71</b>	<b>40</b>	<b>9</b>	<b>-22</b>	

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 unascala 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  $V_m = -1,731 V_c + 56,72$

Il rischio sismico di base è dato dalla seguente espressione:  $R' = P \times V$



- La sua valutazione consente, in primo luogo, come meglio di seguito descritto, di assegnare la classe di rischio sismico **A\*+, B\*, C\*, D\*, E\*, F+, G\*** in relazione ai valori PAM (*perdita annua media*) così come definita in tabella 5 nelle LG (Linee Guida).

Con i valori di vulnerabilità ( $V_1/V_6$ ), moltiplicati per i valori di accelerazione ( $P_1/P_4$ ) afferenti alla 4 zone sismiche, si ottengono i valori **R'** collocati nella **tabella B** secondo quanto previsto dalla **Tabella 5 delle Linee Guida**.

**Tabella 5 delle Linee Guida:** Classe PAM attribuita in funzione della classe di vulnerabilità assegnata all'edificio e della zona sismica in cui lo stesso è situato

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

		Zona 1: PGAd	Zona 2: PGAd	Zona 3: PGAd	Zona 4: PGAd	
		<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	
Classe di Rischio Sismico	PAM	<b>R' = lvm x PGAd</b>				<b>R(m), max</b>
<b>A+</b>	$PAM \leq 0,50\%$					<b>0</b>
<b>A</b>	$0,50\% < PAM \leq 1,00\%$				7	<b>7</b>
<b>B</b>	$1,00\% < PAM \leq 1,50\%$				26	<b>26</b>
<b>C</b>	$1,50\% < PAM \leq 2,50\%$			20	50	<b>50</b>
<b>D</b>	$2,50\% < PAM \leq 3,50\%$		33	78		<b>78</b>
<b>E</b>	$3,50\% < PAM \leq 4,50\%$	46	130	150		<b>150</b>
<b>F</b>	$4,50\% < PAM \leq 7,50\%$	182	250			<b>250</b>
<b>G</b>	$PAM > 3,50\%$	350				<b>350</b>

**Tabella B – cemento armato**

		Zona 1: PGAd	Zona 2: PGAd	Zona 3: PGAd	Zona 4: PGAd	
		<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	
Classe di Rischio Sismico	PAM	<b>R' = lvc x PGAd</b>				<b>R(m), max</b>
<b>A+</b>	$PAM \leq 0,50\%$					<b>0</b>
<b>A</b>	$0,50\% < PAM \leq 1,00\%$				5	<b>5</b>
<b>B</b>	$1,00\% < PAM \leq 1,50\%$				20	<b>20</b>



società del gruppo Ricci S.p.A.

<b>C</b>	1,50% < PAM <= 2,50%			60	50	<b>60</b>
<b>D</b>	2,50% < PAM <= 3,50		100	107		<b>107</b>
<b>E</b>	3,50% < PAM <= 4,50	140	178	150		<b>178</b>
<b>F</b>	4,50% < PAM <= 7,50	249	250			<b>250</b>
<b>G</b>	PAM > 3,50	350				<b>350</b>

Per le valutazioni numeriche e l'assegnazione della classe di vulnerabilità specifica afferente ad ogni singolo parametro si rinvia ai Manuali di Istruzione disponibili gratuitamente sul software Mt Ricci <https://mtricci.it/prova-gratuita>

Ing. Tullio Ricci