

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

EDIFICI ESISTENTI

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

1/55

MODULO 5

INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI

RISCHIO SISMICO → **VULNERABILITA'**

PREVENZIONE

pianificazione ed esecuzione di interventi "preventivi" atti a "limitare" gli effetti distruttivi dei futuri terremoti

INTERVENTI SULL'ESISTENTE → *garantire comportamenti strutturali sotto azioni sismiche "accettabili" in termini di sicurezza strutturale*

Rendere il meccanismo resistente originario il più efficiente possibile

Aumento della
duttilità

Aumento della
resistenza

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

2/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

D.G.R. 5001 del 30/03/2016

Regione Lombardia **MODULO 12**

Relazione illustrativa e scheda sintetica dell'intervento
(L.R. 12 ottobre 2015, n. 33)

Tipo di intervento sul patrimonio esistente

3.1. L'intervento riguarda un bene di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del D.lgs 22 gennaio 2004, n. 42 "codice dei beni culturali e del paesaggio"? Sì No

3.3. Tipo di intervento:

- Adeguamento
- Miglioramento
- Intervento locale

3.4. Motivazione del livello di conoscenza raggiunto e dei fattori di confidenza adottati:

Indicatore **CSA 1.1 04 D.M. 14/01/2008**

<input type="checkbox"/> C1	<input type="checkbox"/> RILIEVO GEOMETRICO
	<input type="checkbox"/> VERIFICHE IN SITU LIMITATE SUI DETTAGLI COSTRUTTIVI
	<input type="checkbox"/> INDAGINI IN SITU LIMITATE SULLE PROPRIETA' DEI MATERIALI
<input type="checkbox"/> C2	<input type="checkbox"/> RILIEVO GEOMETRICO
	<input type="checkbox"/> VERIFICHE IN SITU ESTESE ED ESAUSTIVE SUI DETTAGLI COSTRUTTIVI
	<input type="checkbox"/> INDAGINI IN SITU ESTESE SULLE PROPRIETA' DEI MATERIALI
<input type="checkbox"/> C3	<input type="checkbox"/> RILIEVO GEOMETRICO
	<input type="checkbox"/> VERIFICHE IN SITU ESTESE ED ESAUSTIVE SUI DETTAGLI COSTRUTTIVI
	<input type="checkbox"/> INDAGINI IN SITU ESAUSTIVE SULLE PROPRIETA' DEI MATERIALI

FATTORE DI CONFIDENZA: $\gamma_c = 1,35$ $\gamma_c = 1,20$ $\gamma_c = 1,00$

3.6. Risultati più significativi emersi dal confronto tra i livelli di sicurezza prima e dopo l'intervento:

Vulnerabilità sismica prima dell'intervento $f_{R,ISTP} = \frac{S_{ISTP}}{S_{ISTP}} = \alpha_1$

Vulnerabilità sismica dopo l'intervento $f_{R,ISTP} = \frac{S_{ISTP}}{S_{ISTP}} = \alpha_2$

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

3/55

MODULO 5

INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI

ADEGUAMENTO → *atto a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme*

MIGLIORAMENTO → *atto ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme*

INTERVENTI LOCALI → *interessano elementi isolati e comportano un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti*

ANALISI STORICO-CRITICA

RILIEVO

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

➔

LIVELLO DI CONOSCENZA

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

4/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA - NTC 2008

Tabella CSA.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in-situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in-situ oppure esauritive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in-situ oppure esauritive prove in-situ	Tutti	1.00

LC1 = conoscenza limitata
 LC2 = conoscenza adeguata
 LC3 = conoscenza accurata

Fattore di sicurezza FC
 ulteriore coefficiente parziale di sicurezza

Francesco BIASIOLI
 Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

5/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

LE FESSURAZIONI

Le fessurazioni sono sempre perpendicolari alla direzione lungo la quale si deforma l'elemento

Francesco BIASIOLI
 Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

6/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

MODALITA' DI COLLASSO

Ribaltamento di parete a più piani

Ribaltamento di parete all'ultimo piano

Ribaltamento composto

Francesco BIASIOLI
 Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

7/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

MODALITA' DI COLLASSO

Collasso per flessione su singolo piano

Collasso per flessione su più piani

Collasso per flessione orizzontale sommitale

Francesco BIASIOLI
 Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

8/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

STUDIO DI FATTIBILITA' RESIDENZA UNIVERSITARIA, TORINO

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

9/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

INQUADRAMENTO

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

10/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

INQUADRAMENTO

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

11/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

RICERCA DOCUMENTALE

Pianta solaio a q -1,33m

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

12/55

F. Biasioli – Progettare in zona sismica: cosa non fare, cosa fare, come farlo – Modulo M55

MODULO 5

RICERCA DOCUMENTALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti



Pianta solaio a q +1,36m

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

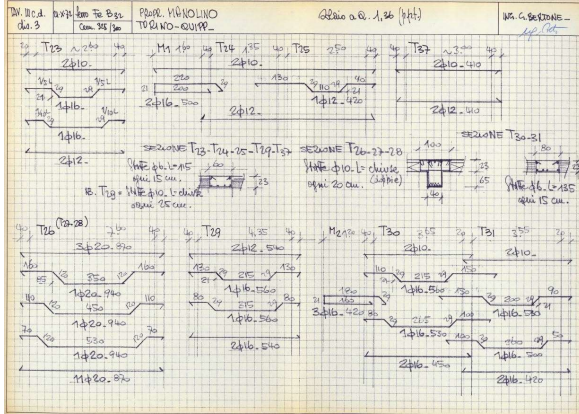
Lecco, 16/3/2017

13/55

MODULO 5

RICERCA DOCUMENTALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti



Esempio armature travi a q +1,36m

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

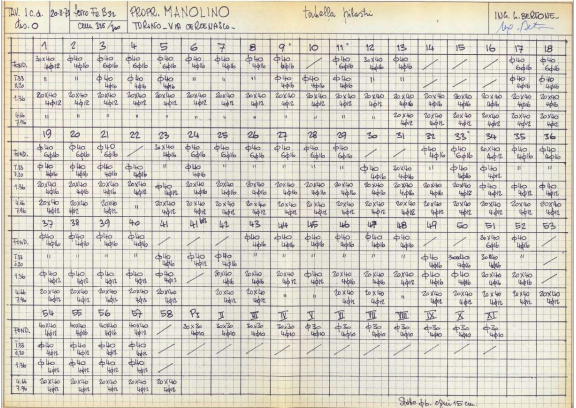
Lecco, 16/3/2017

14/55

MODULO 5

RICERCA DOCUMENTALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti



Armature pilastri a q +1,36m

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

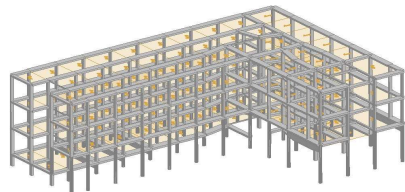
Lecco, 16/3/2017

15/55

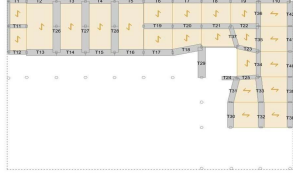
MODULO 5

MODELLO STRUTTURALE

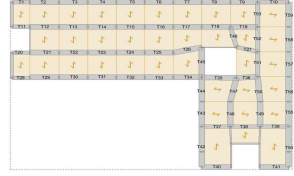
- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti



Modello globale



Codifica travi a q +1,36m



Codifica travi piano tipo

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

16/55

MODULO 5 MODELLO STRUTTURALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

MANO 13,36m		trave inf		trave sup		mezzera inf		mezzera sup		fine inf		fine sup		staffe	
trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave	trave
A	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
B	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
D	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
F	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
G	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
H	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
I	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
L	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
M	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tipologie armature travi a q +1,36m

TIPO
1 60X23
2 80X23
3 100X23
4 100/40X23/65

17/55


MODULO 5 ESEMPI SEZIONI

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

Pilastro Circolare
ø40_4ø16

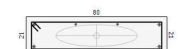


4 Ø 16
Staffe: Ø 6/15 cm

Limitazioni armatura pilastri (NTC 7.4.6.2)
1% <math>\rho < A_s/A_c < 4\%</math>

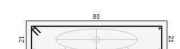
$A_s = 8,04 \text{ cm}^2$
 $A_c = 1256 \text{ cm}^2$
 $A_s/A_c = 0,64\%$

Trave Tr 80x21_L




2 Ø 16 + 2 Ø 12 sup
2 Ø 16 inf
Staffe: Ø 6/15 cm

Sezione estremo 1



2 Ø 12 sup
5 Ø 16 inf
Staffe: Ø 6/15 cm

Sezione estremo 2



2 Ø 16 + 2 Ø 12 sup
2 Ø 16 inf
Staffe: Ø 6/15 cm

18/55

MODULO 5 ANALISI DEI CARICHI

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

Carichi riportati sulle tavole di carpenteria:

- pesi propri strutturali $G_1 = 2,5 \text{ kN/m}^2$ indipendente dallo spessore dei solai;
- carico permanente portato: $G_2 = 1,5 \text{ kN/m}^2$;
- carichi variabili:
 solaio a q. - 1,33 $Q_{k1} = 1,5 \text{ kN/m}^2$
 solai a q. + 1,36, + 7,96, + 4,66 : $Q_{k2} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
 solaio copertura: $Q_{k3} = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Carichi assunti per le verifiche:

- carico permanente portato: $G_2 = 2,0 \text{ kN/m}^2$
- carico variabile: tutti i solai, compresa copertura: $Q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
- Carichi permanenti da verificare con indagini in situ
- Considerati come «compiutamente definiti» ($\gamma = 1,30$)

19/55

MODULO 5 VERIFICHE DI RESISTENZA - SOLAI

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

Solo tipologie per loro snellezza potenzialmente critiche

Solaio 5 spessore 23 cm, sezione a T, nervature di 10 cm passo 50 cm, lunghezza 8,0 m da asse t

Travi non armate a torsione. Schema statico appoggio-appoggio

Carico di SLU su una striscia di larghezza 1 m:

$q_d = 1,3(G_1 + G_2) + 1,50Q_k = 1,30(2,5 + 2,0) + 1,5 \times 2,0 = 8,85 \text{ kN/m/m}$

Momento nella sezione di mezzera:

$M_{sd} = q_d \cdot l^2 / 8 = 8,85 \times 8,0^2 / 8 = 70,8 \text{ kNm/m}$

Nervature armate con 2 barre lisce Ø20 mm:

$A_s = (2 \times 2 \times 314) = 1256 \text{ mm}^2/\text{m}$

$f_{yk} = 320 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_s = 1,15$ $f_{yd} = 320 / 1,15 = 278 \text{ N/mm}^2$. Assumendo $d = 200 \text{ mm}$

$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot 0,9d = (1256 \times 278 \times 0,9 \times 200) \cdot 10^{-6} = 62,9 < 70,8 \text{ kNm/m}$ **NON VERIFICATO**

20/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

SEZIONI TRAVI

(+4.66m) Tr 80x21_L

Sezione estremo 1

2 Ø 16 + 2 Ø 12 sup
2 Ø 16 inf
Staffe: Ø 6/15 cm
 $M_{Rd+} = 19.41 kNm$
 $M_{Rd-} = -28.32 kNm$

Sezione centrale

2 Ø 12 sup
5 Ø 16 inf
Staffe: Ø 6/15 cm
 $M_{Rd+} = 43.24 kNm$

Sezione estremo 2

2 Ø 16 + 2 Ø 12 sup
2 Ø 16 inf
Staffe: Ø 6/15 cm
 $M_{Rd+} = 19.41 kNm$
 $M_{Rd-} = -28.32 kNm$

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

21/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - TRAVI

Verifica di elementi in ca

Verifiche travi Verifiche pilastri Verifiche a taglio

n° asta	posizione	NEd [kN]	HEd [kN m]	cs	Sfolt.	ascissa	comb.	verificato
166	APRZ	11038	-55,875	0,62	1,62	3,91	1	NO
166	APRZ	4,128	-55,875	0,63	1,06	3,91	1	NO
167	APPI	16,934	-18,575	1,03	0,55	0,00	1	SI
167	APPI	4,111	-18,575	1,03	0,54	0,00	1	SI
167	APPI	16,934	-55,435	0,61	1,63	0,00	1	NO
167	APPI	4,119	-55,435	0,62	1,61	0,00	1	NO
167	CAMPATA	10,934	20,721	1,34	0,75	1,18	1	SI
167	CAMPATA	4,119	20,721	1,34	0,74	1,18	1	SI
167	CAMPATA	10,934	10,089	3,03	0,25	1,15	1	SI
167	CAMPATA	4,111	10,089	4,01	0,25	1,15	1	SI
167	APRZ	16,934	-14,871	2,28	0,44	3,81	1	SI
167	APRZ	4,111	-14,871	2,32	0,43	3,81	1	SI
167	APRZ	16,934	-47,181	0,72	1,39	3,81	1	NO
167	APRZ	4,119	-47,181	0,73	1,37	3,81	1	NO
168	APPI	0,346	-9,921	3,82	0,26	0,00	1	SI
168	APPI	3,100	-9,921	3,87	0,26	0,00	1	SI
168	APPI	0,346	-34,564	0,99	1,01	0,00	1	NO
168	APPI	3,100	-34,564	1,00	1,00	0,00	1	NO
168	CAMPATA	0,346	28,165	1,42	0,70	1,71	1	SI
168	CAMPATA	3,100	28,165	1,44	0,70	1,71	1	SI
168	CAMPATA	0,346	0,941	4,20	0,24	1,71	1	SI
168	CAMPATA	3,100	0,941	4,24	0,24	1,71	1	SI
168	APRZ	0,346	-20,110	1,31	0,70	3,91	1	SI
168	APRZ	3,100	-20,110	1,33	0,70	3,91	1	SI
168	APRZ	0,346	-74,019	0,46	2,17	3,91	1	NO
168	APRZ	3,100	-74,019	0,47	2,16	3,91	1	NO
168	APPI	0,394	-21,839	1,58	0,63	0,00	1	SI
168	APPI	1,481	-21,839	1,58	0,63	0,00	1	SI
168	APPI	0,394	-43,857	0,54	1,85	0,00	1	NO
168	APPI	1,481	-43,857	0,54	1,85	0,00	1	NO
168	CAMPATA	0,394	24,157	1,67	0,66	1,15	1	SI

Sfruttamento max: 3,130
Sfruttamento min: 0,010
Candida eutensioazione

Esistono in campo
Esistono in campo

Stralcio report verifica travi da software

I due termini rappresentano la capacità C e la domanda D.
Se D/C (sfruttamento) > 1 la sezione non è verificata

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

22/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - TRAVI

$M_{Rd,1/2} = \frac{|MR_{d,i} + MR_{d,f}|}{2} + M_{Rd,m}$

$M_{Sd,1/2} = \alpha \frac{q_d l^2}{8} \quad \alpha \geq 1,15$

$M_{Rd,1/2} > M_{Sd,1/2}$

$q_d = \frac{|V_{Sd,i} + V_{Sd,f}|}{l}$

M_{Rd} calcolati con sw VCASLU del prof. Gelfi - vers. 7.7/2011

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

23/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - TRAVI

Sezione	Asta	I	V _{Ed,i}	V _{Ed,f}	M _{Ed,i}	M _{Ed,f}	M _{Ed,m}	M _{Ed,2}	q _b	M _{Sd,2}	M _{Sd,2} /M _{Ed,2}		
Typo	B [m]	H [m]	n°	m	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm		
(+1.36m) Tr 60x23_A	0,6	0,23	151	2,91	38,85	-49,63	-9,46	-9,46	12,5	21,96	30,40	37,01	1,69
(+1.36m) Tr 60x23_A	0,6	0,23	152	3,31	31,44	-30,08	-9,46	-9,46	12,5	21,96	18,58	29,27	1,33
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	330	3,95	77,64	-83,35	-28,32	-28,32	43,24	71,56	40,76	91,41	1,28
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	435	3,95	75,55	-85,43	-28,32	-28,32	43,24	71,56	40,76	91,41	1,28
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	192	3,95	81,88	-79,11	-28,32	-28,32	43,24	71,56	40,76	91,41	1,28
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	194	3,95	83,48	-77,51	-28,32	-28,32	43,24	71,56	40,76	91,41	1,28
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	328	3,95	77,00	-83,99	-28,32	-28,32	43,24	71,56	40,76	91,41	1,28
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	440	3,95	76,12	-84,87	-28,32	-28,32	43,24	71,56	40,76	91,41	1,28
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	195	3,97	70,68	-81,80	-28,32	-28,32	43,24	71,56	38,41	87,02	1,22
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	327	3,97	81,40	-71,07	-28,32	-28,32	43,24	71,56	38,41	87,01	1,22
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	454	3,97	83,07	-69,41	-28,32	-28,32	43,24	71,56	38,41	87,01	1,22
(+4.66m) Tr 60x21_C	0,6	0,21	408	3,9	62,21	-63,91	-24,72	-24,72	34,41	59,13	32,34	70,70	1,20
(+4.66m) Tr 60x21_C	0,6	0,21	196	3,9	63,92	-62,19	-24,72	-24,72	34,41	59,13	32,34	70,70	1,20
(+4.66m) Tr 60x21_C	0,6	0,21	198	3,9	62,23	-63,89	-24,72	-24,72	34,41	59,13	32,34	70,70	1,20
(+4.66m) Tr 60x21_C	0,6	0,21	312	3,9	62,72	-63,40	-24,72	-24,72	34,41	59,13	32,34	70,70	1,20
(+4.66m) Tr 60x21_C	0,6	0,21	314	3,9	63,60	-62,51	-24,72	-24,72	34,41	59,13	32,34	70,70	1,20
(+4.66m) Tr 60x21_C	0,6	0,21	406	3,9	64,28	-61,84	-24,72	-24,72	34,41	59,13	32,34	70,70	1,20
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	193	3,85	70,70	-83,19	-28,32	-28,32	43,24	71,56	39,97	85,17	1,19
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	329	3,85	82,58	-71,31	-28,32	-28,32	43,24	71,56	39,97	85,17	1,19
(+4.66m) Tr 80x21_L	0,8	0,21	438	3,85	84,97	-68,92	-28,32	-28,32	43,24	71,56	39,97	85,17	1,19

Stralcio tabella verifica travi

1,0 ≤ D/C ≤ 1,1: 32 travi; 1,11 ≤ D/C ≤ 1,20: 42 travi;
1,21 ≤ D/C ≤ 1,30: 9 travi; 1,31 ≤ D/C ≤ 1,60: 1 trave;
D/C > 1,60 : 1 trave

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

24/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - PILASTRI

Asta	Livello [m]	Pilastro	Sezione [cm]	Armatura	N_{sd} [kN]	M_{sd} [kNm]
21	da -1,33 a 1,36	3	Circolare $\phi 40$	4 $\phi 16$	-783,4	-87,8
22	da -1,33 a 1,36	4		4 $\phi 16$	-787,9	-95,06
23	da -1,33 a 1,36	5		4 $\phi 16$	-760,5	-86,3
10	da -1,33 a 1,36	25	Circolare $\phi 40$	6 $\phi 16$	-998,8	86,1
11	da -1,33 a 1,36	26		6 $\phi 16$	-992,6	93,6
12	da -1,33 a 1,36	27		6 $\phi 16$	-967,1	84,5
358	da 7,96 a 11,26	13	Rettangolare 40x20	4 $\phi 12$	-134,3	22,6
410	da 7,96 a 11,26	55		4 $\phi 12$	-88,29	19
412	da 7,96 a 11,26	56		4 $\phi 12$	-86,2	-19,2
427	da 7,96 a 11,26	57		4 $\phi 12$	-81	16,3
444	da 7,96 a 11,26	54		4 $\phi 12$	-80,4	-16,5

*Pilastri con sfruttamento > 1
Verificati utilizzando il programma VCASLU del prof. Gelfi vers. 7.7/2011*

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

25/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - PILASTRI

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

26/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - PILASTRI

N	N [kN]	M [kNm]
1	988,8	86,1
2	992,6	93,6
3	967,1	84,5

Diagramma di interazione pilastri 25, 26, 27

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

27/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - PILASTRI

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

28/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - PILASTRI

N	N [kN]	M [kNm]
1	134.3	22.6
2	69.29	19
3	86.2	19.2
4	81	16.3
5	80.4	16.5

Diagramma di interazione pilastri 13, 54, 55, 56, 57

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

29/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VERIFICHE DI RESISTENZA - PILASTRI

Pilastro 22

Armatura progettata da software

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

30/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Individuazione Pericolosità del sito

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate: LONGITUDINE 7,84192, LATITUDINE 45,02346

Ricerca per comune: REGIONE Piemonte, PROVINCIA Torino, COMUNE Torino

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito: 13792, 13790, 14014, 14015

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

“Spettri-NTCver1-0-3” - FASE 1

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

31/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Scelta della strategia di progettazione

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_d : 50

Coefficiente d'uso della costruzione - c_d : 1

Valori di progetto:

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_d : 50

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_d : info

Stati limite di esercizio - SLE: SLO - $R_{d,s} = 81\%$ (30), SLD - $R_{d,s} = 63\%$ (50)

Stati limite ultimi - SLL: SLV - $R_{d,s} = 10\%$ (475), SLC - $R_{d,s} = 5\%$ (975)

Strategia di progettazione:

LEGENDA GRAFICO: ○ Strategia per costruzioni ordinarie, ■ Strategia scelta

“Spettri-NTCver1-0-3” - FASE 2

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

32/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Determinazione dell'azione di progetto

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite: Stato Limite considerato **SLV** Info

Risposta sismica locale:
 Categoria di sottosuolo **C** Info $S_b = 1,500$ $C_d = 1,813$ Info
 Categoria topografica **T1** Info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ Info
(in questa area, l'azione sismica è costante)

Compon. orizzontale:
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1,000$ Info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_i **1** Regol. in altezza **no** Info

Compon. verticale:
 Spettro di progetto Fattore q_i **1,5** $\eta = 0,667$ Info

Elaborazioni:
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

"Spettri-NTCver1-0-3" - FASE 3

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

33/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

SPETTRI DI RISPOSTA

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: **SLV**

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

34/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

ANALISI DINAMICA MODALE

Modo	f [Hz]	T	Masse	
	[Hz]	[s]	X [%]	Y [%]
1	0,79	1,26	0,19	47,22
2	1,06	0,94	52,41	7,09
3	1,10	0,90	19,50	13,48

Frequenze e periodi di vibrazione, masse partecipanti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

35/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

MIGLIORAMENTO SISMICO

Ellisse delle rigidezze

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

36/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

MIGLIORAMENTO SISMICO

Domínio M-N

Sollecitazioni			
N	N [kN]	M [kNm]	M [kNm]
1	202,2	7,47	
2	130,2	87,9	

Diagramma di interazione pilastro ultimo piano

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

37/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

INTERVENTI SUGGERITI

INTERVENTI «STATICI»:

- Intervento mediante teli o strisce di fibra di carbonio su travi, pilastri e solai

INTERVENTI «SISMICI»:

- Strutture di controvento estese per tutta altezza dell'edificio fino alla fondazione, nel cavedio ascensore e alle estremità del complesso in corrispondenza dei muri di divisione dagli edifici adiacenti
- Realizzazione in corrispondenza delle testate dei solai a tutti i piani di "giunti" per evitare fenomeni di "martellamento"

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

38/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

VULNERABILITA' SISMICA

EDIFICIO IN MURATURA A USO RESIDENZIALE, TORINO

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

39/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

INQUADRAMENTO

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

40/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

INQUADRAMENTO



Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

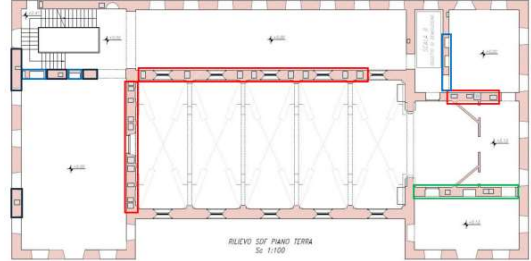
Lecco, 16/3/2017

41/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

MODELLO STRUTTURALE



Legenda

- ▭ Cavetti riempiti
- ▭ Cavetti considerati come unica apertura
- ▭ Parete non considerata nel modello
- ▭ Pareti modellate piene e con inerzie equivalenti

Nicchie e cavetti residui

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

42/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

ANALISI STRUTTURALE

ANALISI DINAMICA LINEARE (NTC Tab. 7.8.1)


TIPOLOGIA STRUTTURALE	q_b
Costruzioni in muratura ordinaria	$2,0 \alpha_0 / \alpha_1$
Costruzioni in muratura armata	$2,5 \alpha_0 / \alpha_1$
Costruzioni in muratura armata progettate secondo GR	$3,0 \alpha_0 / \alpha_1$

(NTC Tab. 7.8.1.3)

- costruzioni in muratura ordinaria ad un piano $\alpha_0 / \alpha_1 = 1,4$
- costruzioni in muratura ordinaria a due o più piani $\alpha_0 / \alpha_1 = 1,8$
- costruzioni in muratura armata ad un piano $\alpha_0 / \alpha_1 = 1,3$
- costruzioni in muratura armata a due o più piani $\alpha_0 / \alpha_1 = 1,5$
- costruzioni in muratura armata progettate con la gerarchia delle resistenze $\alpha_0 / \alpha_1 = 1,3$

$K_R = 1$ Costruzioni regolari in altezza
 $q = q_0 \times K_R = 3,60$

Modo	f [Hz]		T		Masse	
	[Hz]	[s]	X [%]	Y [%]	X [%]	Y [%]
1	0,56	1,782	63,51	0,17		
2	0,58	1,730	0,14	58,87		
3	0,76	1,321	0,04	2,61		



Modello globale realizzato con Trivilog Titanium 4

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

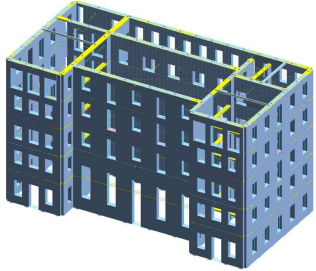
43/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

ANALISI STRUTTURALE

ANALISI DINAMICA LINEARE



Modello globale

Modo	T [s]	Masse	
		X [%]	Y [%]
1	1,544	68,25	1,57
2	1,397	6,84	62,36
3	1,101	4,62	3,20

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

44/55

F. Biasioli – Progettare in zona sismica: cosa non fare, cosa fare, come farlo – Modulo M55

MODULO 5 ANALISI STRUTTURALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

ANALISI DINAMICA LINEARE

STIMA DEL PERIODO CON LA FORMULA DI RAYLEIGH (REV.1.1)

N_0	35	N/mmq	I_0	25,6	m ⁴	h_0	5	<11
E	32588	N/mmq	I_1	29,37	m ⁴	h piano	5,35	m
R_0	0,11		A	48	m ²	Peso piano W	15948	kN
	3318,52		t_1	1,2				
			t_2	1,2				

1)ISTRUZIONI CALCOLO PERIODO

2)MPOSTA TABELLA

3)CALCOLO PERIODO

Piano	h	I	W	m	m ₀	F ₁	DIREZIONE X			DIREZIONE Y					
							T _{sc}	2,16 sec	T _{sc}	2,01 sec	F ₁	m ₀ ²	F ₁	F ₁	m ₀ ²
	[m]	[m]	[Nm]	[m]	[m]	[Nm]	[m]	[m ²]	[Nm]	[m]	[m ²]	[Nm]	[m]	[m ²]	[Nm]
Totall	70346						11388	96393	8587	83827					
5	4,43	23,50	12054	1290	30313	21172	2,134	5875	43184	1,853	4410	39235			
4	4,52	19,07	14908	1520	28980	20241	1,579	3760	31877	1,306	2815	27647			
3	4,67	14,58	11972	1230	17757	13402	1,025	3382	27701	0,800	2407	19168			
2	4,53	9,88	14864	1515	14970	10456	0,529	423	5257	0,459	319	4800			
1	5,35	5,35	15948	1626	8697	6075	0,172	48	1044	0,149	36	907			

Modulo elastico muratura → coeff. riduttivo β del modulo E di un ipotetico calcestruzzo
Tx, ty fattori di taglio, assunti pari a 1,2 (maschi murari con sezione rettangolare)

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017 45/55

MODULO 5 ANALISI STRUTTURALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

ANALISI STATICA NON LINEARE (PUSH-OVER)

dir.	distib.	ecc.	μd	q'	Verifica q'	d'max	d'u	TRC	TRD	uTR	PGAC	PGAD	uPGA	
						[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[g]	[g]		
1	-X	1	-	1.030	1.501	SI	5.539	3.801	180	475	0.672	0.066	0.065	0.775
2	-X	1	no	1.030	1.501	SI	5.539	3.801	180	475	0.672	0.066	0.065	0.775
3	-X	1	+	1.030	1.501	SI	5.539	3.801	180	475	0.672	0.066	0.065	0.775
4	-X	2	-	1.077	1.512	SI	5.539	3.947	197	475	0.697	0.068	0.065	0.796
5	-X	2	no	1.077	1.512	SI	5.539	3.947	197	475	0.697	0.068	0.065	0.796
6	-X	2	+	1.077	1.512	SI	5.539	3.947	197	475	0.697	0.068	0.065	0.796
7	+X	1	-	1.163	1.322	SI	5.539	4.873	341	475	0.873	0.078	0.085	0.918
8	+X	1	no	1.163	1.322	SI	5.539	4.873	341	475	0.873	0.078	0.085	0.918
9	+X	1	+	1.163	1.322	SI	5.539	4.873	341	475	0.873	0.078	0.085	0.918
10	+X	2	-	1.181	1.343	SI	5.539	4.873	341	475	0.873	0.078	0.085	0.918
11	+X	2	no	1.181	1.343	SI	5.539	4.873	341	475	0.873	0.078	0.085	0.918
12	+X	2	+	1.181	1.343	SI	5.539	4.873	341	475	0.873	0.078	0.085	0.918
13	-Y	1	-	1.004	1.431	SI	5.539	3.887	190	475	0.687	0.067	0.065	0.787
14	-Y	1	no	1.004	1.431	SI	5.539	3.887	190	475	0.687	0.067	0.065	0.787
15	-Y	1	+	1.004	1.431	SI	5.539	3.887	190	475	0.687	0.067	0.065	0.787
16	-Y	2	-	1.043	1.263	SI	5.539	4.573	288	475	0.815	0.075	0.085	0.878
17	-Y	2	no	1.043	1.263	SI	5.539	4.573	288	475	0.815	0.075	0.085	0.878
18	-Y	2	+	1.043	1.263	SI	5.539	4.573	288	475	0.815	0.075	0.085	0.878
19	+Y	1	-	1.122	1.087	SI	5.539	5.717	521	475	1.038	0.087	0.085	1.021
20	+Y	1	no	1.122	1.087	SI	5.539	5.717	521	475	1.038	0.087	0.085	1.021
21	+Y	1	+	1.122	1.087	SI	5.539	5.717	521	475	1.038	0.087	0.085	1.021
22	+Y	2	-	1.142	1.107	SI	5.539	5.717	521	475	1.038	0.087	0.085	1.021
23	+Y	2	no	1.142	1.107	SI	5.539	5.717	521	475	1.038	0.087	0.085	1.021
24	+Y	2	+	1.142	1.107	SI	5.539	5.717	521	475	1.038	0.087	0.085	1.021

Analisi push-over - oscillatore equivalente - SLV

Nella configurazione post intervento il complesso può far fronte a una azione con intensità dal 67 al 78% dell'azione sismica di norma

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017 46/55

MODULO 5 ANALISI STRUTTURALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

ANALISI STATICA NON LINEARE (PUSH-OVER)

dir.	distib.	ecc.	μd	q'	Verifica q'	d'max	d'u	TRC	TRD	uTR	PGAC	PGAD	uPGA
						[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[g]	[g]	
-X	1	-	1.030	1.518	SI	7.079	3.801	179	975	0.499	0.066	0.100	0.658
-X	1	no	1.030	1.518	SI	7.079	3.801	179	975	0.499	0.066	0.100	0.658
-X	1	+	1.030	1.518	SI	7.079	3.801	179	975	0.499	0.066	0.100	0.658
-X	2	-	1.077	1.932	SI	7.079	3.947	196	975	0.518	0.068	0.100	0.675
-X	2	no	1.077	1.932	SI	7.079	3.947	196	975	0.518	0.068	0.100	0.675
-X	2	+	1.077	1.932	SI	7.079	3.947	196	975	0.518	0.068	0.100	0.675
+X	1	-	1.163	1.690	SI	7.079	4.873	339	975	0.648	0.078	0.100	0.779
+X	1	no	1.163	1.690	SI	7.079	4.873	339	975	0.648	0.078	0.100	0.779
+X	1	+	1.163	1.690	SI	7.079	4.873	339	975	0.648	0.078	0.100	0.779
+X	2	-	1.181	1.716	SI	7.079	4.873	339	975	0.648	0.078	0.100	0.779
+X	2	no	1.181	1.716	SI	7.079	4.873	339	975	0.648	0.078	0.100	0.779
+X	2	+	1.181	1.716	SI	7.079	4.873	339	975	0.648	0.078	0.100	0.779
-Y	1	-	1.004	1.829	SI	7.079	3.887	188	975	0.509	0.067	0.100	0.667
-Y	1	no	1.004	1.829	SI	7.079	3.887	188	975	0.509	0.067	0.100	0.667
-Y	1	+	1.004	1.829	SI	7.079	3.887	188	975	0.509	0.067	0.100	0.667
-Y	2	-	1.043	1.614	SI	7.079	4.573	287	975	0.806	0.075	0.100	0.746
-Y	2	no	1.043	1.614	SI	7.079	4.573	287	975	0.806	0.075	0.100	0.746
-Y	2	+	1.043	1.614	SI	7.079	4.573	287	975	0.806	0.075	0.100	0.746
+Y	1	-	1.122	1.389	SI	7.079	5.717	521	975	0.773	0.087	0.100	0.868
+Y	1	no	1.122	1.389	SI	7.079	5.717	521	975	0.773	0.087	0.100	0.868
+Y	1	+	1.122	1.389	SI	7.079	5.717	521	975	0.773	0.087	0.100	0.868
+Y	2	-	1.142	1.414	SI	7.079	5.717	521	975	0.773	0.087	0.100	0.868
+Y	2	no	1.142	1.414	SI	7.079	5.717	521	975	0.773	0.087	0.100	0.868
+Y	2	+	1.142	1.414	SI	7.079	5.717	521	975	0.773	0.087	0.100	0.868

Analisi push-over - oscillatore equivalente - SLV

Indici di vulnerabilità sono compresi tra il 50 e il 66%

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017 47/55

MODULO 5 ANALISI STRUTTURALE

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Edifici in muratura in zona sismica
V Edizione
SISMUR Vers. 5.0
Software di analisi statica lineare con verifiche di sicurezza agli stati limite, secondo le NTC e Direttive per diversi livelli sismici 2011.

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017 48/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

LINEE GUIDA CSLP per la classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni esistenti - 2017

*Affrontano, con un nuovo approccio, il tema della classificazione del **Rischio Sismico** delle costruzioni esistenti coniugando:*

- il rispetto del valore della salvaguardia della vita umana (i livelli di sicurezza previsti dalla *Vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni*)
- la considerazione delle possibili perdite economiche e sociali (stime convenzionali basate anche sui dati della Ricostruzione post Sisma Abruzzo 2009)

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

49/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

LINEE GUIDA CSLP per la classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni esistenti - 2017

Classe di Rischio Sismico, da A+ a G, mediante un unico parametro che tiene conto della sicurezza e degli aspetti economici:

*classe A+ (meno rischio)
A / B / C / D / E / F
classe G (più rischio)*

*Indirizzi di massima sulla progettazione
Associano ai livelli di sicurezza un costo convenzionale in base ai dati del monitoraggio della ricostruzione del terremoto del 2009*

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

50/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

LINEE GUIDA Classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni

Due metodi per la determinazione della Classe di Rischio Sismico:

1- Metodo convenzionale:

- qualsiasi tipologia di costruzione,
- normali metodi di analisi previsti dalle attuali Norme Tecniche
- valutazione sia nello stato di fatto sia post intervento,
- miglioramento di una o più classi di rischio

2- Metodo semplificato

- solo tipologie in muratura,
- classificazione macrosismica dell'edificio,
- valutazione economica speditiva (senza specifiche indagini e/o calcoli) della Classe di Rischio
- può essere utilizzato sia per una valutazione preliminare indicativa, sia per l'accesso al beneficio fiscale in relazione all'adozione di interventi di 55

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

METODO CONVENZIONALE

- Analisi struttura e calcolo accelerazioni al suolo di capacità PGA_c che inducono raggiungimento dei diversi stati limite;
- Determinazione dei relativi periodi di ritorno T_{rc} ;
- Determinazione frequenza media annua di superamento λ ;
- Valutazione costo di ricostruzione (CR);

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

$SLR = \text{Stato Limite di Ricostruzione}$
 $SLID = \text{Stato Limite di Inizio Danno}$

• Calcolo parametro economico PAM

Area sottesa alla spezzata individuata dalle coppie di punti (λ, CR) per ciascuno degli stati limite

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

52/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

METODO CONVENZIONALE

- **Definizione classe PAM**

Perdita Media Annua 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}

- **Calcolo Indice di Sicurezza per la Vita**
 $ISV = PGAC(\text{capacità})/PGAD(\text{domanda})$

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A ⁺ _{IS-V}
$100\% \leq IS-V < 80\%$	A _{IS-V}
$80\% \leq IS-V < 60\%$	B _{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 45\%$	C _{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 30\%$	D _{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 15\%$	E _{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F _{IS-V}

- **Definizione classe IS-V**
- **Classe di rischio = peggiore tra classe PAM e classe IS-V**

53/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI



Incamicatura di elementi esistenti *Cucitura della muratura* *Controventi su telai esistenti*



Isolatori sismici

ADEGUAMENTO

54/55

MODULO 5

- Terremoto
- Regolarità strutturale
- Azione sismica
- Edifici esistenti

Francesco BIASIOLI
Stefano ROSTAGNO

Lecco, 16/3/2017

INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI



Connessioni tra elementi strutturali



Giunti



Dissipatori

MIGLIORAMENTO

55/55