

Firenze 4 Luglio 2017

Sismabonus ed emanazione delle linee guida per la classificazione del rischio sismico.

La mitigazione del rischio e la prevenzione secondo le nuove disposizioni ministeriali

1° caso

MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A. MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI



*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI*



Dati di ingresso:

- CLASSE D'USO II
- ZONA SISMICA 3
- TIPO DI TERRENO C

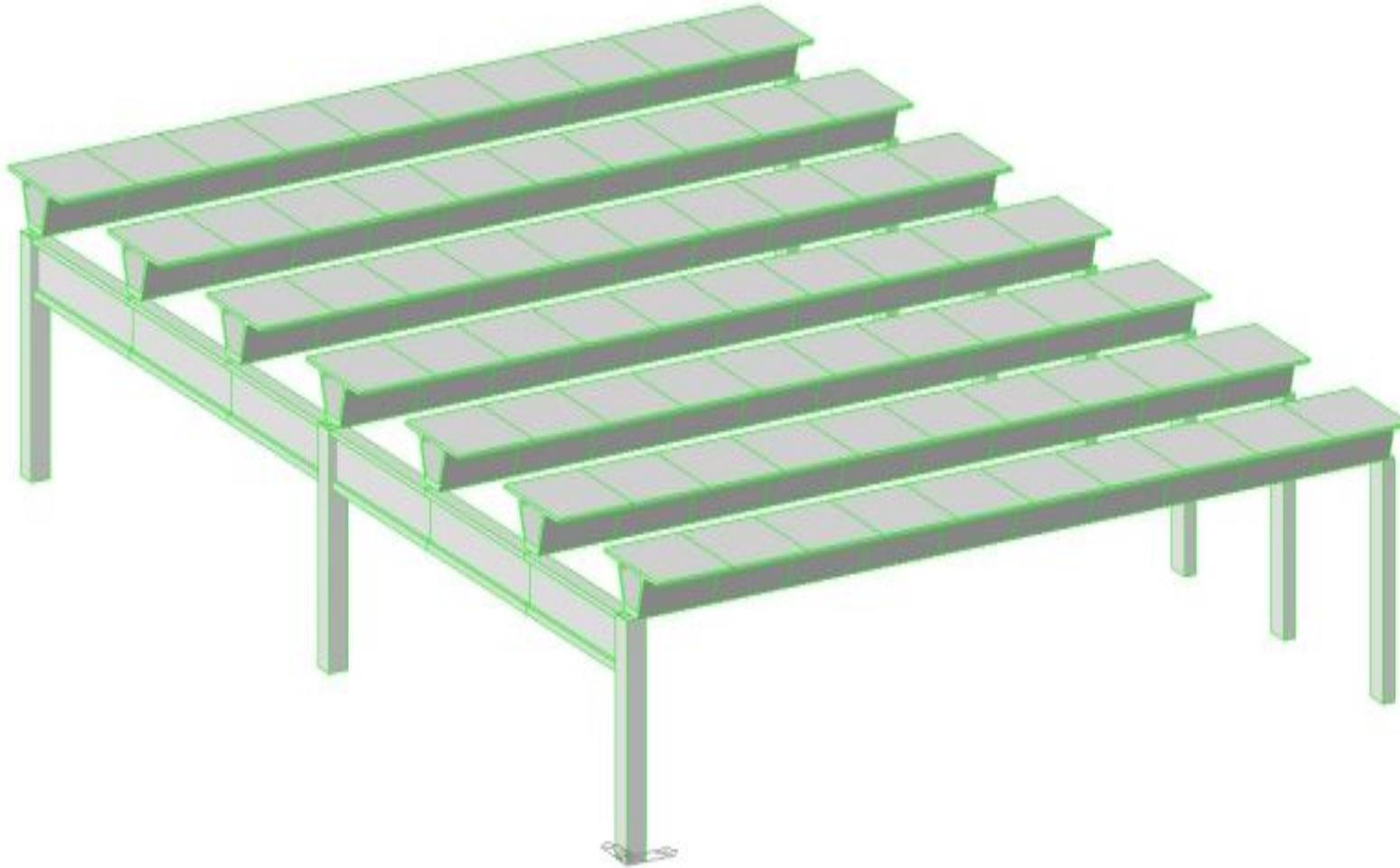
Danni rilevati:

- Spostamento fra travi e pilastri
- Danno ai tamponamenti
- Distacco dei lucernari di copertura
- Caduta parziale delle controsoffittature

Interventi in progetto:

- Connessione delle travi di copertura con i pilastri
- Riparazione e nuovo collegamento dei lucernari con la copertura
- Aumento della capacità flessionale dei pilastri e travi di banchina
- Riparazione tamponamenti e controsoffitti

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI*



Componenti strutturali:

- Copertura con pannelli e lucernari su travi alveolari in c.a. prefabbricate
- Travi di banchina su pilastri prefabbricati o in opera
- Fondazioni a plinto

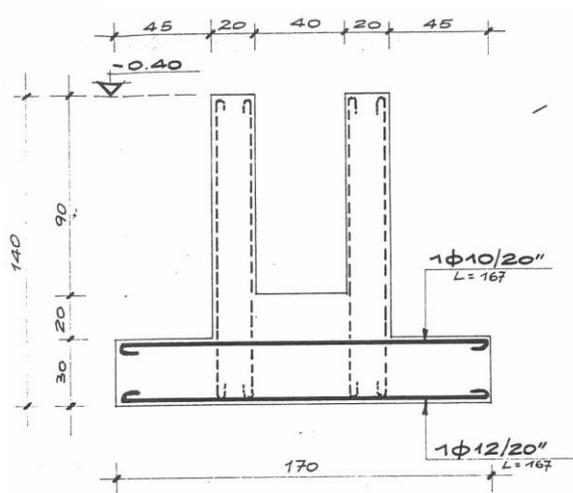
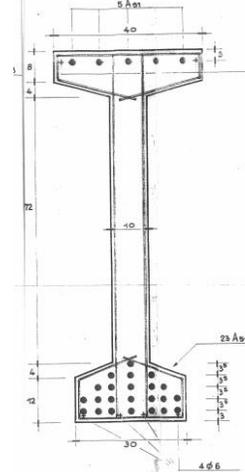
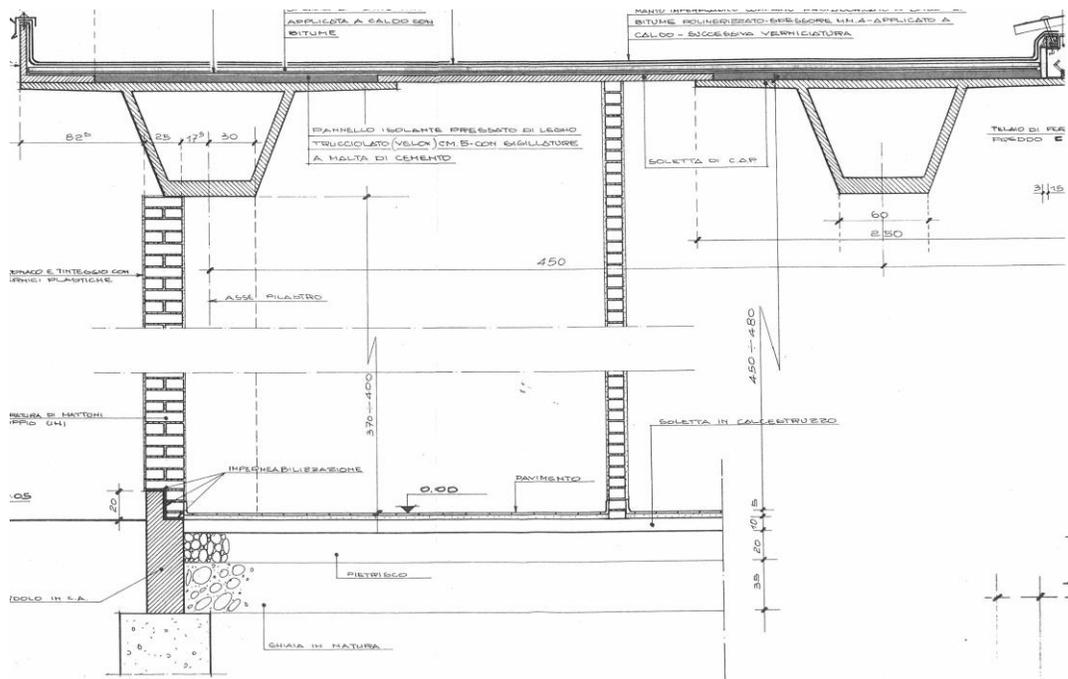
Riscontri preliminari:

- Rilevazioni delle distanze tra i componenti e delle relative sezioni
- Riconoscimento documentale e strumentale delle caratteristiche dei materiali

Riscontri numerici:

- Calcolazioni statiche e dinamiche semplificate eseguite manualmente
- Modellazione F.E.M. ed analisi dinamica lineare con spettro di risposta, per gli stati limite di danno e salvaguardia della vita

MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A. MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI



Reperimento documentazione esistente:

- Elaborati esecutivi
- Relazioni sui materiali
- Certificati di collaudo

UFFICIO DEL GENIO CIVILE
REGGIO EMILIA
05222 23VII73
Tit.....CLAS.....FASC.....

Montecelli Terme 27/3/1973

48028 Montecelli Terme
Parrocchia S. Maria Maddalena
Tel. 0522 33203

RELAZIONE ILLUSTRATIVA (lettera "B" art. 1 Legge n.1085)
relazione illustrativa

a) Calcestruzzo: viene impiegato un calcestruzzo a 4,0 q.li di cemento tipo 425 ad alta resistenza, con rapporto acqua-cemento variabile fra 0,35 e 0,43 in relazione alle caratteristiche di lavorabilità dei vari getti; ghiaia e sabbia di idonea pezzatura. Tutti i getti vengono costipati mediante vibratori; l'uso del vapore è limitato al periodo strettamente necessario a provocare l'indurimento per procedere alla maturazione (vapore saturo a circa 60-70 °C).

b) Acciaio ordinario: viene impiegato acciaio in tondo ad alta resistenza, avente limite di snervamento maggiore o uguale a 4400 Kg/cmq.

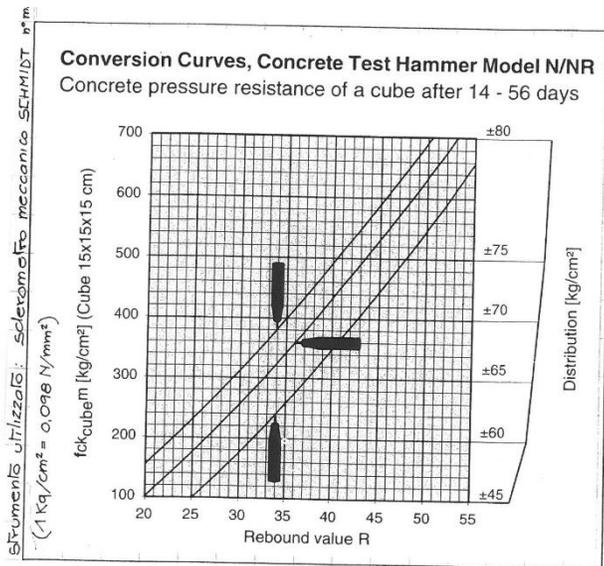
c) Acciaio preteso: viene impiegato acciaio armonico (trecce e trefoli) avente tensione di rottura maggiore o uguale a 185 Kg/mmq, rispettando sia in fase di tiro che di esercizio le tensioni limiti previste dal vigente Regolamento per la suddetta tensione di rottura.

Il Direttore del cantiere di confezionem.

Visto del Direttore Lavori
E. Lupat

Don. M. PIERFRANCESCO
S. MARIA MADDALENA
MONTCELLI TERME
27/3/1973
Pier Luigi Molteni

MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A. MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI



posizione: A

RISCONTRI sulla CONSISTENZA ed ARMATURA di un PILASTRO in cemento armato

sezione (mm):

$a = 50 \text{ cm}$
 $b = 50 \text{ cm}$
 $h = \begin{cases} \text{da ASFALTO A L'INTRADOSSO TRAVE APPROPRIATA: } 3,62 \text{ m} \\ \text{da ASFALTO A SUPERFICIE PILASTRO: } 4,18 \text{ cm} \end{cases}$

1 = n° 1 \emptyset / c = /
2 = n° 1 \emptyset / c = /
3 = n° 1 \emptyset / c = /
4 = n° 1 \emptyset / c = /
5 = n° 1 \emptyset / c = /

Passo TIEDE: 20"

rimbalzo medio:
57,2 > Req 500 da/cm²

strumentazione impiegata e modalità di misurazione

metro rigido - media di n°3 misurazioni
distanziometro laser - "
pacometro - "
sclerometro - media di n°10 misurazioni

Allemano instruments

STRUMENTI DI MISURA

Sede Operativa - Magazzino - Assistenza Tecnica
Allemano Instruments S.r.l.
C.so Genova, 26/B ex S.S. 35bis dei Giovi Km 65+850
15050 Carbonara Scrivia (AL) - Italy
tel (+39) 0131 892026, 0131 893735 - Fax (+39) 0131 892925
info@tecnix.it - www.tecnix.it

Data: 15 GENNAIO 2013

SCLEROMETRO

Marca: SCHMIDT

Modello: N-34

Certificato
Taratura e Collaudo

Certificato N° 2013-0002

PULIZIA OTTICA	*02-3.2.1	<input type="checkbox"/>	Valore riscontrato prima della taratura	Scarto Quadratico Medio su 26 Battute/Lecture dopo la taratura
CONTROLLO MOVIMENTI	*02-3.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>		
VERIFICA BLOCCAGGI	*02-3.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>		
VERIFICA MESSA A FUOCO RETICOLO	*02-3.2.1	<input type="checkbox"/>	76	80 ± 2
VERIFICA MESSA A FUOCO CANNOCCHIALE	*02-3.2.1	<input type="checkbox"/>		
PULIZIA CERCHIO HOR	*02-3.2.1	<input type="checkbox"/>		
PULIZIA CERCHIO VERT	*02-3.2.1	<input type="checkbox"/>		
RETTIFICA BOLLA TORICA	*02-3.2.2	<input type="checkbox"/>		
RETTIFICA BOLLA SFERICA	*02-3.2.3	<input type="checkbox"/>		
RETTIFICA ANGOLARE	*02-3.2.5	<input type="checkbox"/>		
RETTIFICA TILT AXIS - COMPENSATORE	*02-3.2.6	<input type="checkbox"/>		
VERIFICA MISURA DISTANZIOMETRICA	*02-3.2.7	<input type="checkbox"/>		
ALLINEAMENTO TEODOLITE GDM	*02-3.2.8	<input type="checkbox"/>		
CONTROLLO PIOMBO OTTICO	*02-3.2.9	<input type="checkbox"/>		
CALIBRAZIONE ANGOLO VERT. GDM	*02-3.2.10	<input type="checkbox"/>		
RETTIFICA PIANO DI PARAGONE	*02-3.2.2	<input type="checkbox"/>		
PULIZIA STRUMENTO E CUSTODIA	*02-3.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>		

SI DICHIARA
che sullo strumento sopra citato sono stati rilevati valori rientranti nel campo di incertezza massima dichiarata dalla casa costruttrice.
CONFORME ASTM C 805 - UNI 9189-88 - DIN 1048 - BS 1881 - NF P18-417 - UNE 83307

TECNICO COLLAUDATORE

Walter Bulloni

Walter Bulloni

CAMPIONE INCIDINE DI TARATURA CONFORME ASTM C 805 - UNI 9189-88 - DIN 1048 - BS 1881 - NF P18-417 - UNE 83307.
TUTTI GLI STRUMENTI USATI PER LA TARATURA SONO STATI CALIBRATI CON CAMPIONI CONFORMI AGLI STANDARD INTERNAZIONALI, QUINDI EQUIPARABILI AL SISTEMA SIT ITALIANO.

*Procedura interna approvata per la certificazione ISO 9001 (PQ02 rev. 0 del 03/01/2001)

Riscontri strumentali:

- Misure sezioni e distanze
- Riscontri alle armature con pacometro
- Comparazioni con sclerometro

**MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI**

Calcoli introduttivi semplificati:

- **determinazione del periodo**
- **determinazione della massa sismica**
- **determinazione del tagliante sismico**
- **determinazione dello spostamento**

1

PERIODO (sec)

$$T = 0,075 \times H^{3/4}$$

$H(m)$

2

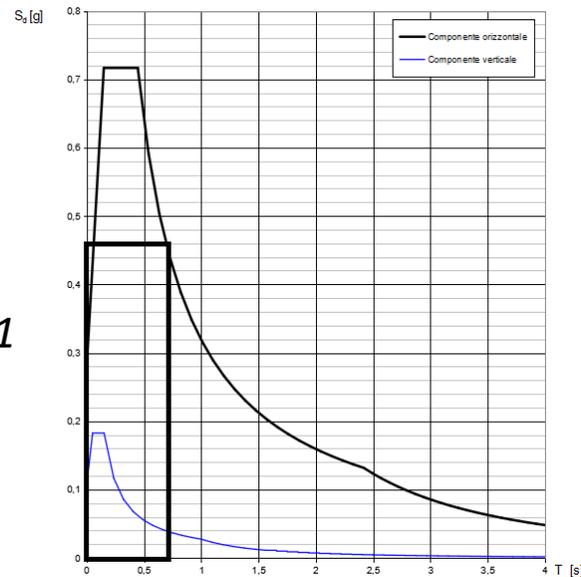
MASSA SISMICA sul pilastro

$$\text{Area d'influenza} * \text{carichi permanenti} * 1,5/9,81$$

3

TAGLIANTE al piede del pilastro T_p

$$\text{Massa sismica sul pilastro} * S_d$$



4

TAGLIANTE alla base del fabbricato T_f

$$\Sigma \text{ carichi permanenti del fabbricato} * 1,5/9,81 * S_d$$

5

RIGIDEZZA alla TRASLAZIONE del pilastro K_p

$$3 * E * J / H^3$$

6

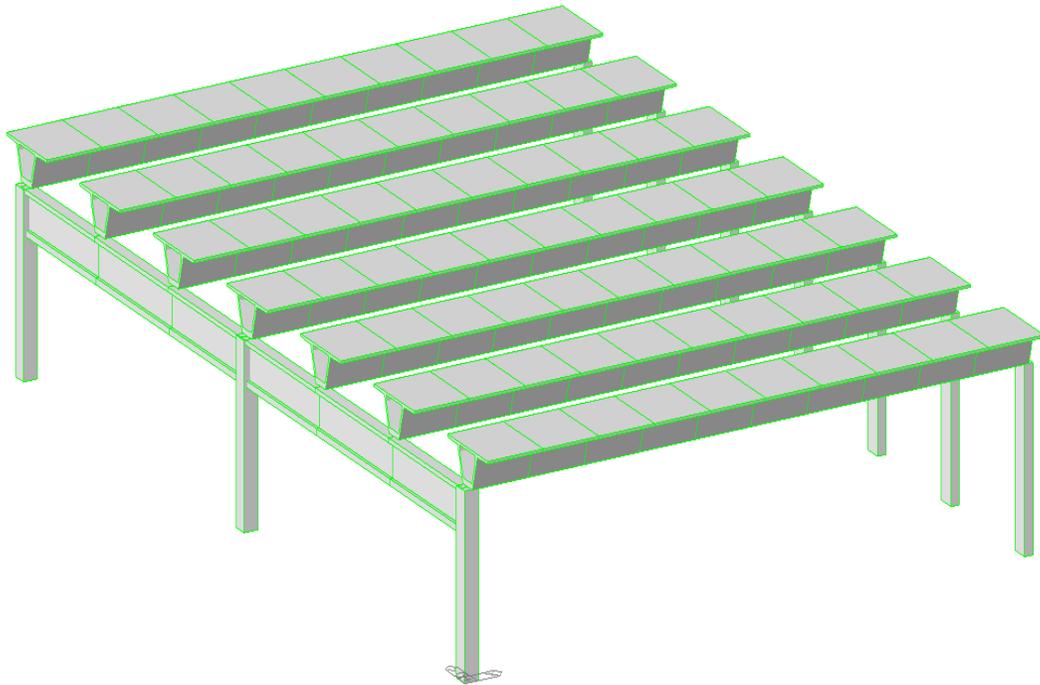
SPOSTAMENTO del fabbricato

$$N^{\circ} \text{ pilastri} * K_p * T_f$$

**MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI**

Modellazione f.e.m.:

- Scelta elementi e attribuzione vincoli
- carichi elementari e combinazioni di carico
- attribuzione dei carichi



	Rck-fyk(kg/cmq)	Fvrd-fy
Calcestruzzo in elevazione	Rck35 (Rck25)	193 (143)
Tondino di armatura	4400	3913

	Permanente strutturale	Permanente non strutturale	variabile
copertura	220	135	130

	Permanente strutturale	Permanente non strutturale	variabile
SLV sismico	1	1	0 (neve)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Travi di copertura/travi di banchina	100%	100%	100%	0	0	0
Travi di banchina/pilastri	100%	100%	100%	0	0	0
Pilastri/plinti	100%	100%	100%	≈ 33500 kgm ≈ 68500 kgm	≈ 33500 kgm ≈ 68500 kgm	100%

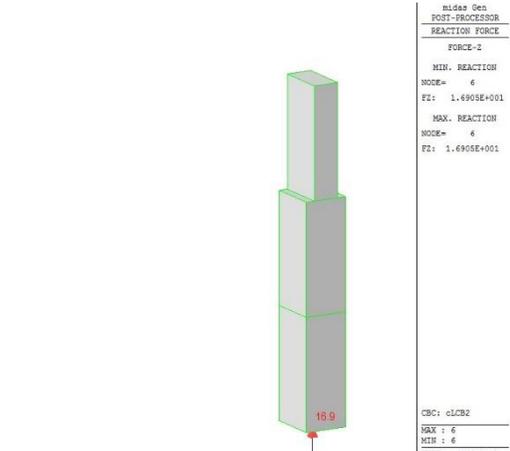
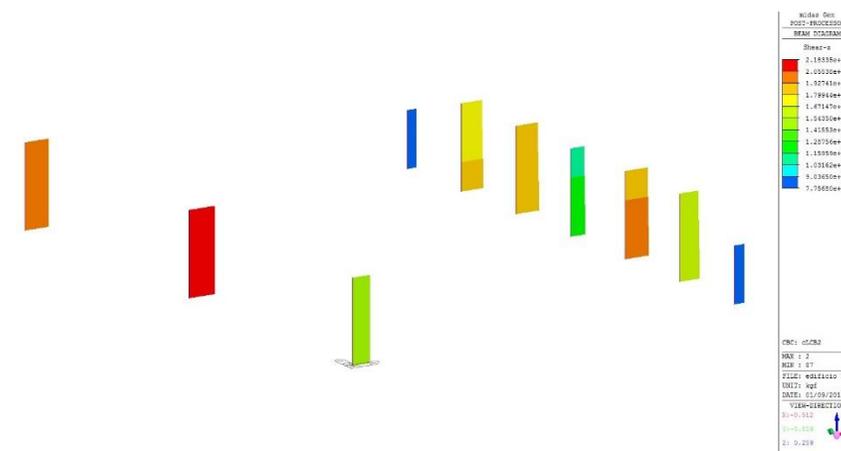
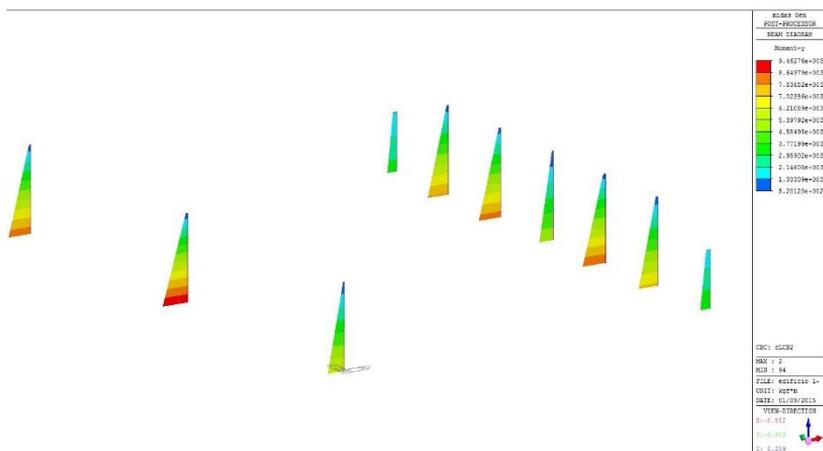
**MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI**

Solutore modello f.e.m.:

- ex.analisi dinamica modale
- restituzione azioni sui componenti
- verifiche di capacità

Mode No	Frequency (rad/sec)	(cycle/sec)	Period (sec)
1	7.6836	1.2229	0.8177
2	8.2042	1.3057	0.7659
3	10.4410	1.6617	0.6018

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	Sum(%)	MASS(%)	Sum(%)	MASS(%)	Sum(%)	MASS(%)	Sum(%)	MASS(%)	Sum(%)	MASS(%)	Sum(%)
1	80.9509	80.9509	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1237	0.1237	0.2577	0.2577
2	0.2893	81.2402	0.0525	0.0529	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.1241	37.6513	37.9091
3	0.0002	81.2404	79.9991	80.0521	0.0000	0.0000	0.0838	0.0838	0.0000	0.1241	2.6018	40.5109



prima dell'intervento

dopo l'intervento

CAPACITA FLESSIONALE della sezione PILASTRO

3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	N_Rdmax = 393714 kgf	
Axial Load Ratio	N_Ed/N_Rd = 16215.4 / 12232.6	= 1.326 > 1.000 N.G
Moment Ratio	M_Ed/M_Rd = 8332.26 / 6146.59	= 1.356 > 1.000 N.G
	M_Edy/M_Rdy = 7222.15 / 5325.56	= 1.356 > 1.000 N.G
	M_Edz/M_Rdz = 4155.38 / 3069.04	= 1.354 > 1.000 N.G

$$0,6/1.356=0,44 \rightarrow 44\%$$

3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	N_Rdmax = 536743 kgf	
Axial Load Ratio	N_Ed/N_Rd = 33358.3 / 38270.8	= 0.872 < 1.000 O.K
Moment Ratio	M_Ed/M_Rd = 13669.1 / 15525.6	= 0.880 < 1.000 O.K
	M_Edy/M_Rdy = 3930.46 / 4622.01	= 0.850 < 1.000 O.K
	M_Edz/M_Rdz = 13091.8 / 14821.7	= 0.883 < 1.000 O.K

$$0,6/0,883=0,68 \rightarrow 68\%$$

SPOSTAMENTO della sommità PILASTRO

18 cLCB2 22.686111

$$13.6*2,5/(4000*0,005)=1,70 \rightarrow 1/1,7 \rightarrow 59\%$$

18 cLCB2 18.905885

$$11.3*2,5/(4000*0,005)=1,41 \rightarrow 1/1,41 \rightarrow 71\%$$



MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
 MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

INDICE DI SICUREZZA allo *SLV* e CLASSE *IS-V*

prima dell'intervento

$$0,6/1.356=0,44 \rightarrow 0,44 \rightarrow 44\%$$

dopo l'intervento

$$0,6/0,883=0,68 \rightarrow 0,68 \rightarrow 68\%$$

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

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

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI*

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

Determinazione del periodo di ritorno $Trc = 475(PGAc/PGAd)^{1/0,41}$
e della frequenza $\lambda = 1/Trc$ per i vari SL

prima dell'intervento

SLID $\lambda = 10\%$

SLO $\lambda = 1,67 * 8,7\% \rightarrow 14,5\% \rightarrow 10\%$

SLD $Trc = 50(0,59)^{2,8} = 11$ anni

$\lambda = 0,087 \rightarrow 8,7\%$

SLV $Trc = 475(0,44)^{2,8} = 48$ anni

$\lambda = 1/48 = 0,021 \rightarrow 2,1\%$

SLC $\lambda = 0,487 * 2,1 \rightarrow 1\%$

SLR $\lambda = 0,1\%$

dopo l'intervento

SLID $\lambda = 10\%$

SLO $\lambda = 1,67 * 5,3\% \rightarrow 8,9\%$

SLD $Trc = 50(0,71)^{2,8} = 19$ anni

$\lambda = 0,053 \rightarrow 5,3\%$

SLV $Trc = 475(0,68)^{2,8} = 161$ anni

$\lambda = 1/161 = 0,006 \rightarrow 0,6\%$

SLC $\lambda = 0,487 * 0,6 \rightarrow 0,3\%$

SLR $\lambda = 0,1\%$

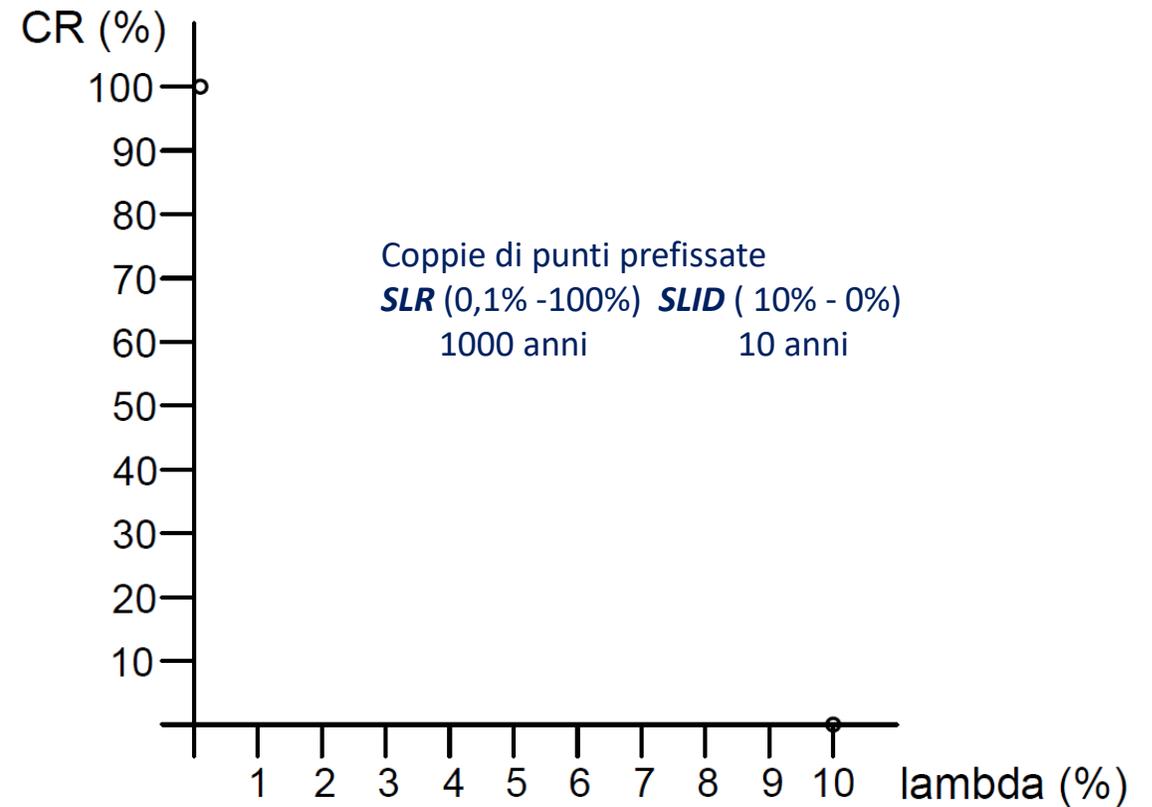
MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

Grafico dell'INDICE P.A.M

Costi medi di ricostruzione prefissati % per i vari SL

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



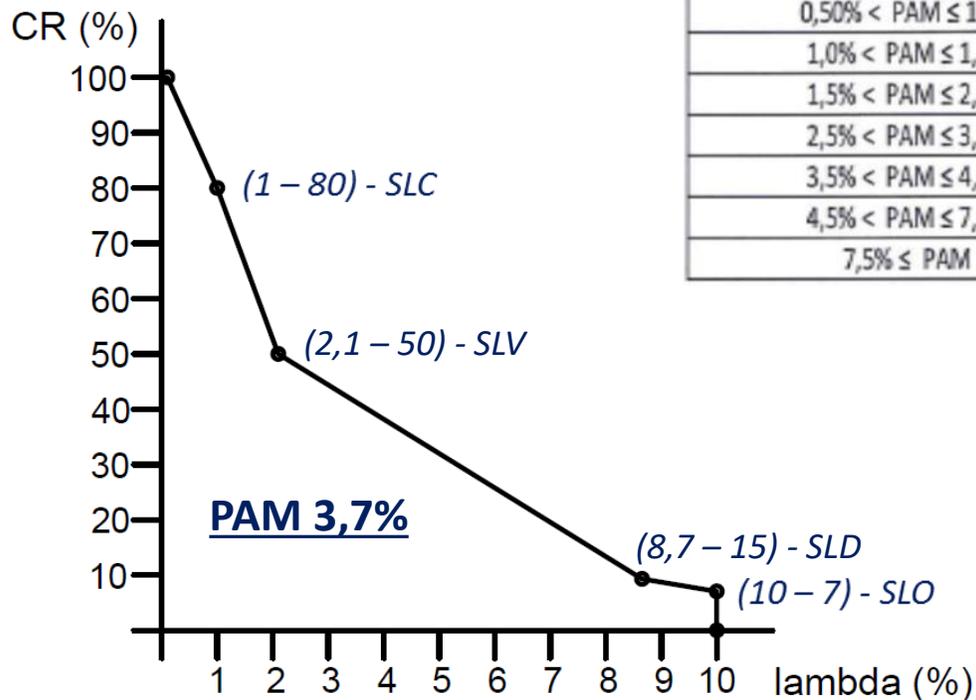
MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

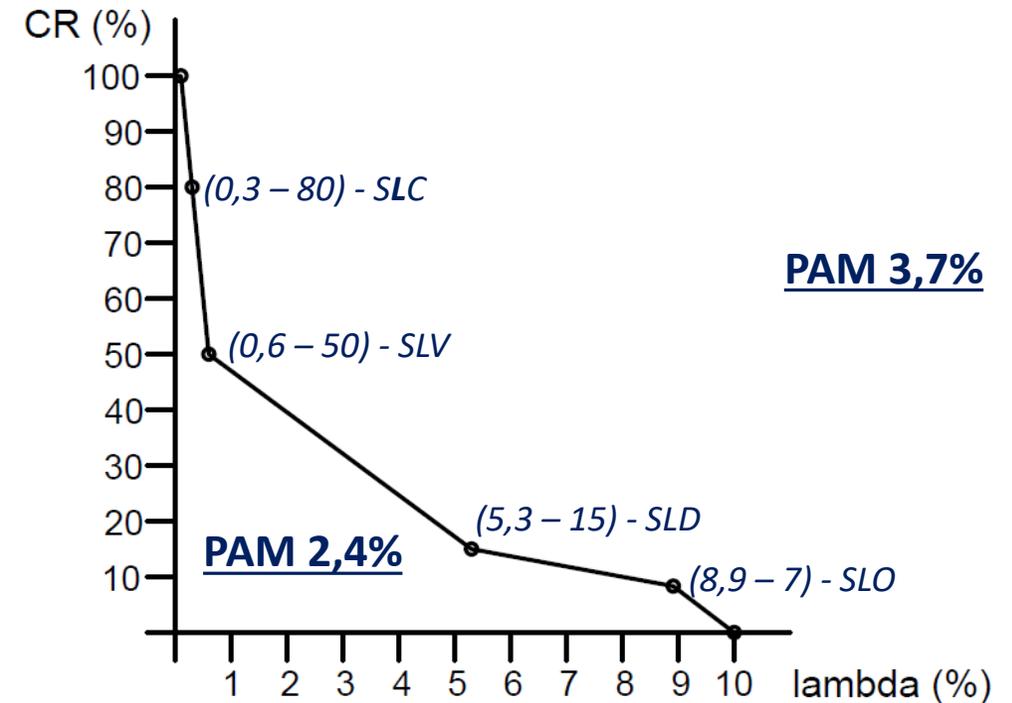
Curva INDICE P.A.M. (area sottesa)

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

Prima dell'intervento



Dopo l'intervento



*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI*

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

Classe della costruzione

	<u>Prima</u> dell'intervento	<u>Dopo</u> l'intervento
Classe IS-V	Disv	Bisv
Classe P.A.M.	E	C
	E	C

MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A. MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI

METODO SEMPLIFICATO per l'accesso al SISMABONUS

Nell'ambito delle costruzioni destinate ad attività produttive, per le strutture assimilabili ai capannoni industriali è possibile ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore eseguendo solamente interventi locali di rafforzamento, anche in assenza di una preventiva attribuzione della Classe di Rischio, se sono soddisfatte le prescrizioni nel seguito elencate, volte ad eliminare sulla costruzione tutte, ove presenti, le carenze seguenti:

- carenze nelle unioni tra elementi strutturali (ad es. trave-pilastro e copertura-travi), rispetto alle azioni sismiche da sopportare e, comunque, volti a realizzare sistemi di connessione anche meccanica per le unioni basate in origine soltanto sull'attrito;
- carezza della connessione tra il sistema di tamponatura esterna degli edifici prefabbricati (pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato ed alleggeriti) e la struttura portante;
- carezza di stabilità dei sistemi presenti internamente al capannone industriale, quali macchinari, impianti e/o scaffalature, tipicamente contenuti negli edifici produttivi, che possono indurre danni alle strutture che li ospitano, in quanto privi di sistemi di controventamento o perché indotti al collasso dal loro contenuto.

Di fatto, quindi, anche per tali costruzioni è necessario rimuovere le cause che possano dare luogo all'attivazione di meccanismi locali che, a cascata, potrebbero generare il collasso dell'immobile. Nell'intervenire su tali costruzioni è comunque opportuno che il dimensionamento dei collegamenti avvenga con riferimento al criterio di gerarchia delle resistenze, adottando collegamenti duttili, prevedendo sistemi di ancoraggio efficaci, e pertanto lontani dai lembi esterni degli elementi, e idonei sistemi anti caduta/ribaltamento, laddove non si riesca a limitare in altro modo gli spostamenti.

Firenze 29 giugno 2017

Sismabonus ed emanazione delle linee guida per la classificazione del rischio sismico.

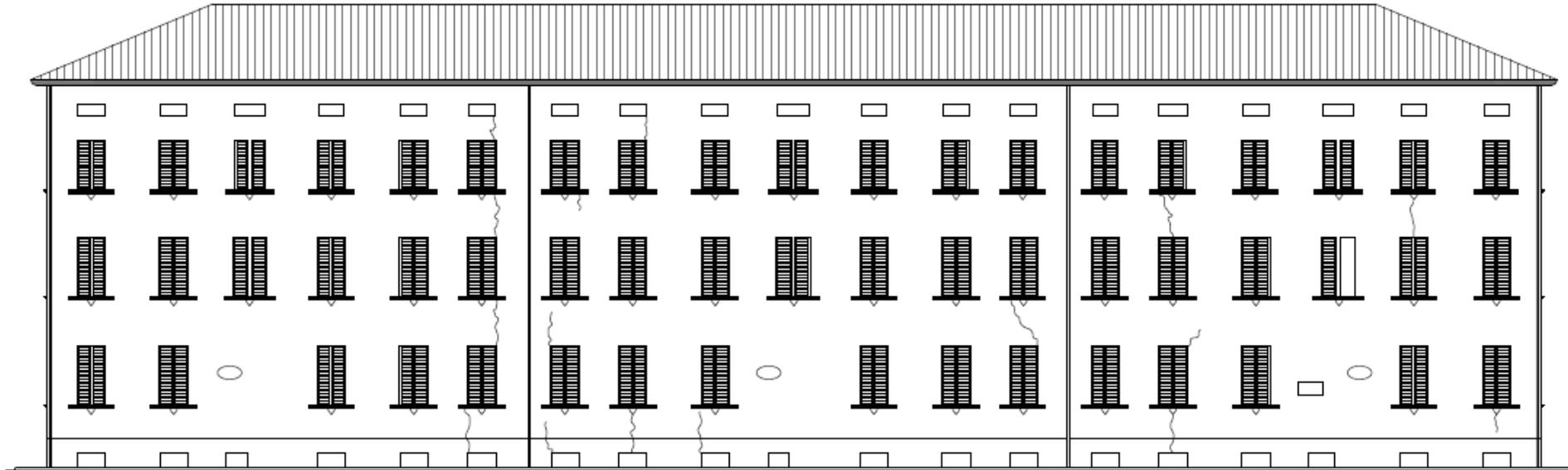
**La mitigazione del rischio e la prevenzione
secondo le nuove disposizioni ministeriali**

Il° caso

***MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE
IN MURATURA MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE
E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI***



*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE
IN MURATURA MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE
E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*



Dati di ingresso:

- CLASSE D'USO II
- ZONA SISMICA 3
- TIPO DI TERRENO C

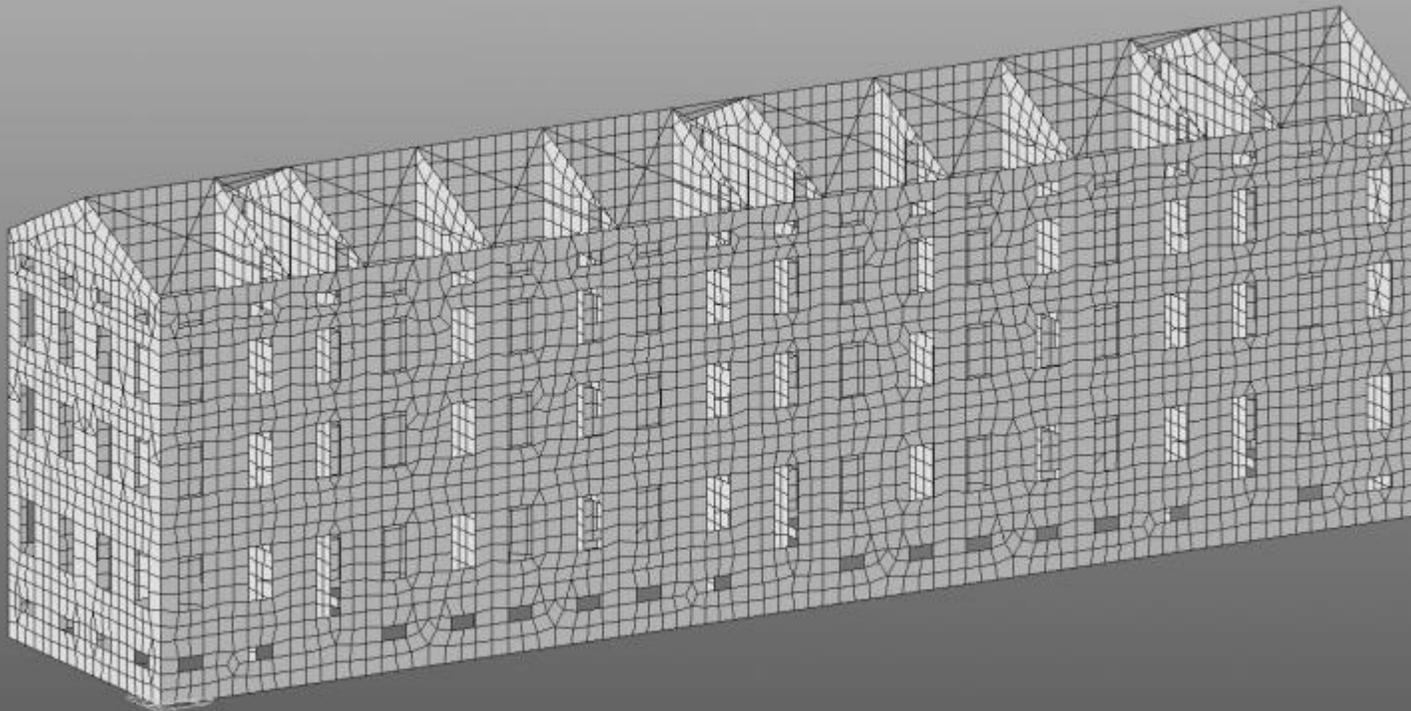
Danni rilevati:

- Fessurazioni diffuse nelle pareti
- Distacco degli impalcati dalle pareti

Interventi in progetto:

- Riparazione pareti con cerchiatura aperture
- Irrigidimento impalcati e collegamento alle pareti

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE
IN MURATURA MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE
E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*



Componenti strutturali:

- Copertura con orditura principale e secondaria lignea
- Impalcati a voltine laterizie su travi lignee o metalliche
- Pareti in laterizio pieno e malta di calce

Riscontri preliminari:

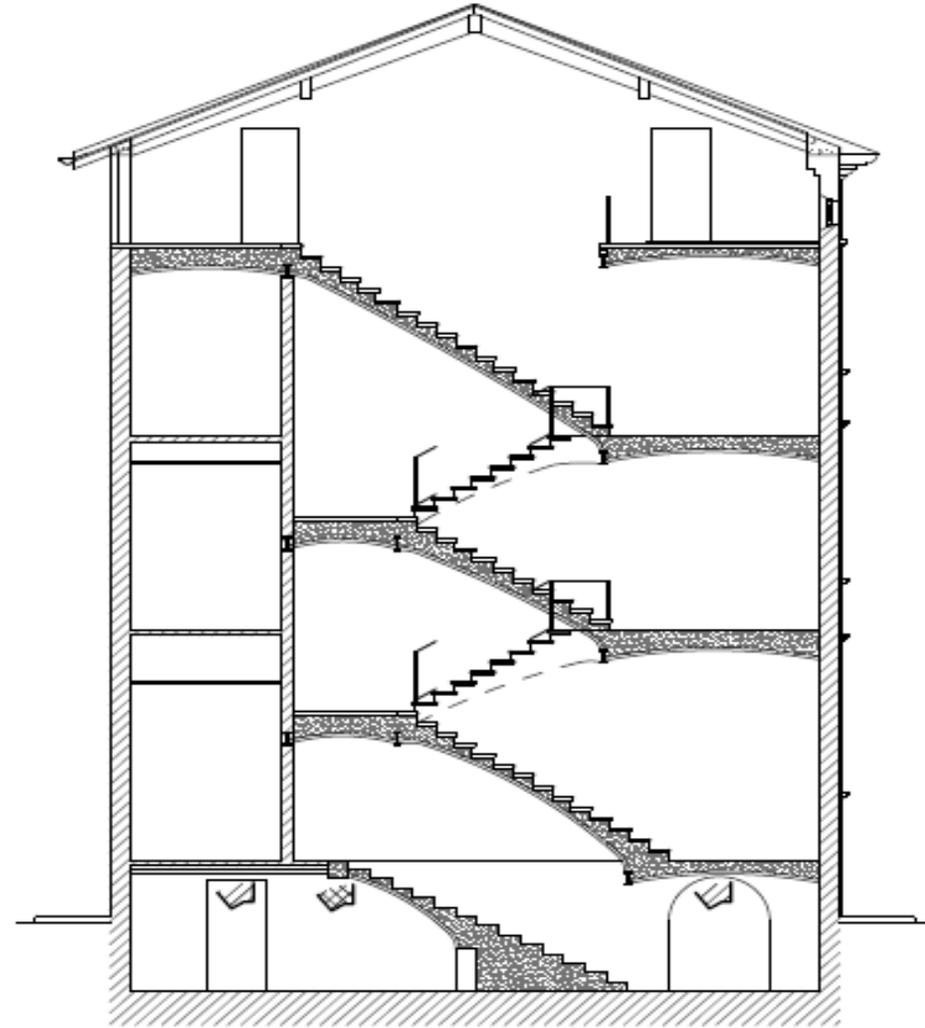
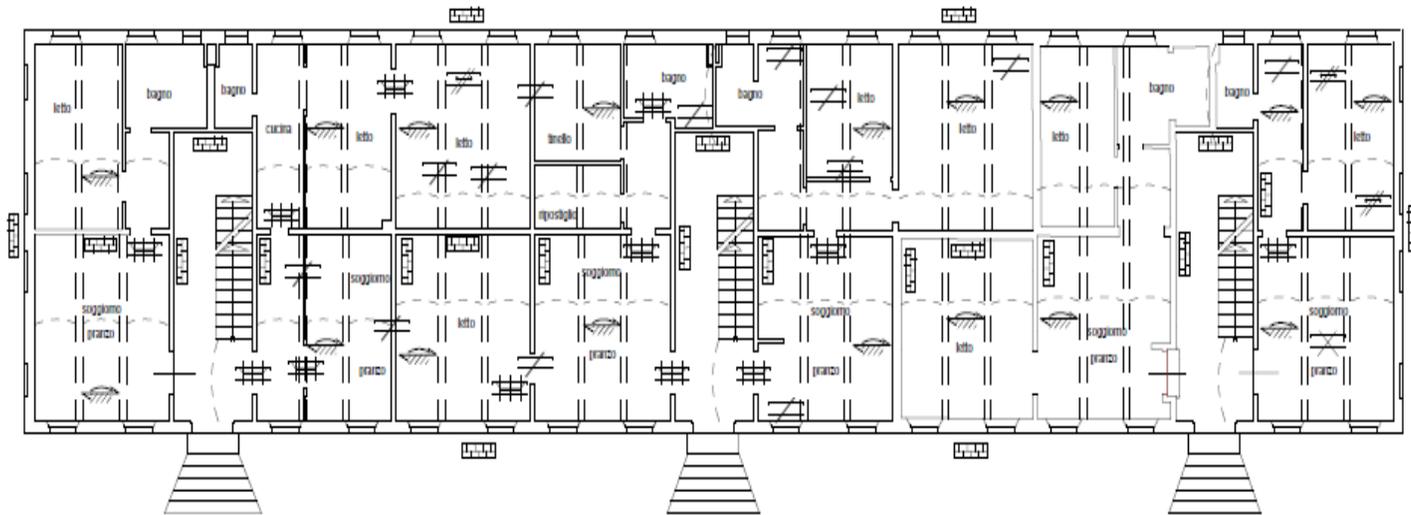
- Rilevazioni delle distanze tra i componenti e delle relative sezioni
- Riconoscimento strumentale delle caratteristiche dei materiali

Riscontri numerici:

- Calcolazioni statiche e dinamiche semplificate eseguite manualmente
- Modellazione F.E.M. ed analisi dinamica lineare con spettro di risposta, per gli stati limite di danno e salvaguardia della vita

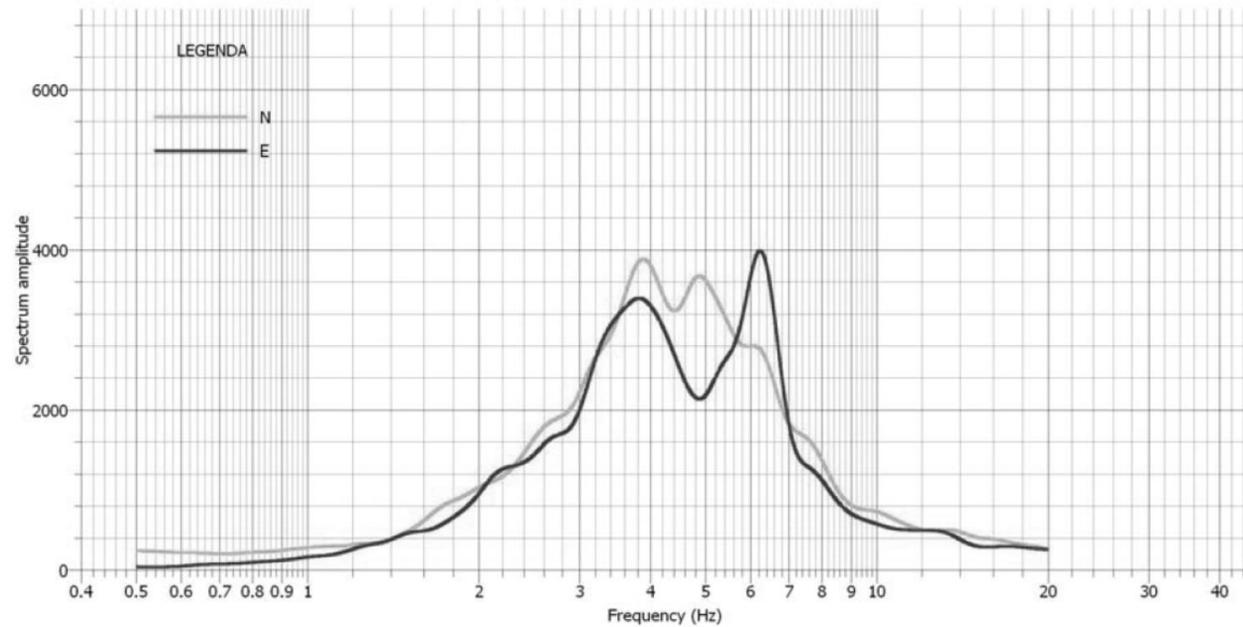
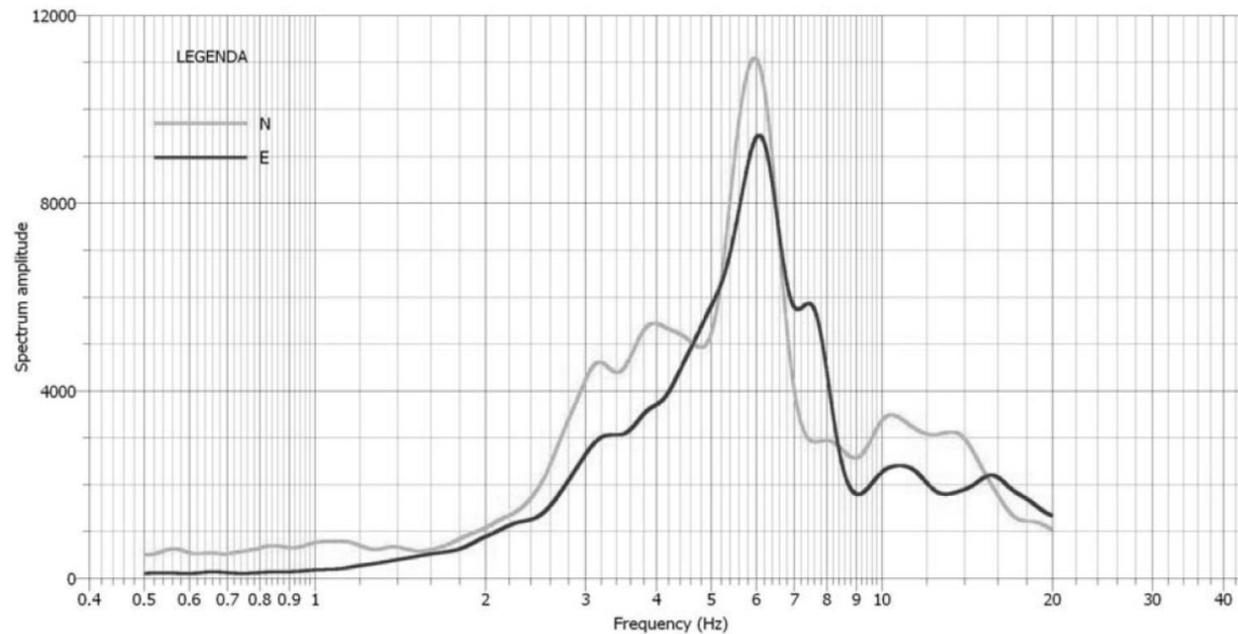
Reperimento documentazione esistente:

- Elaborati architettonici
- Precedenti relazioni sul terreno
- Elaborati esecutivi di interventi passati



Riscontri strumentali:

- Riscontri alle misure di sezioni e distanze
- Rilevazione dei periodi principali del terreno e del fabbricato



Calcoli introduttivi semplificati:

- determinazione del periodo
- determinazione della massa sismica
- determinazione del tagliante sismico

1

PERIODO (sec)

$$T = 0,075 \times H^{3/4}$$

$H(m)$

2

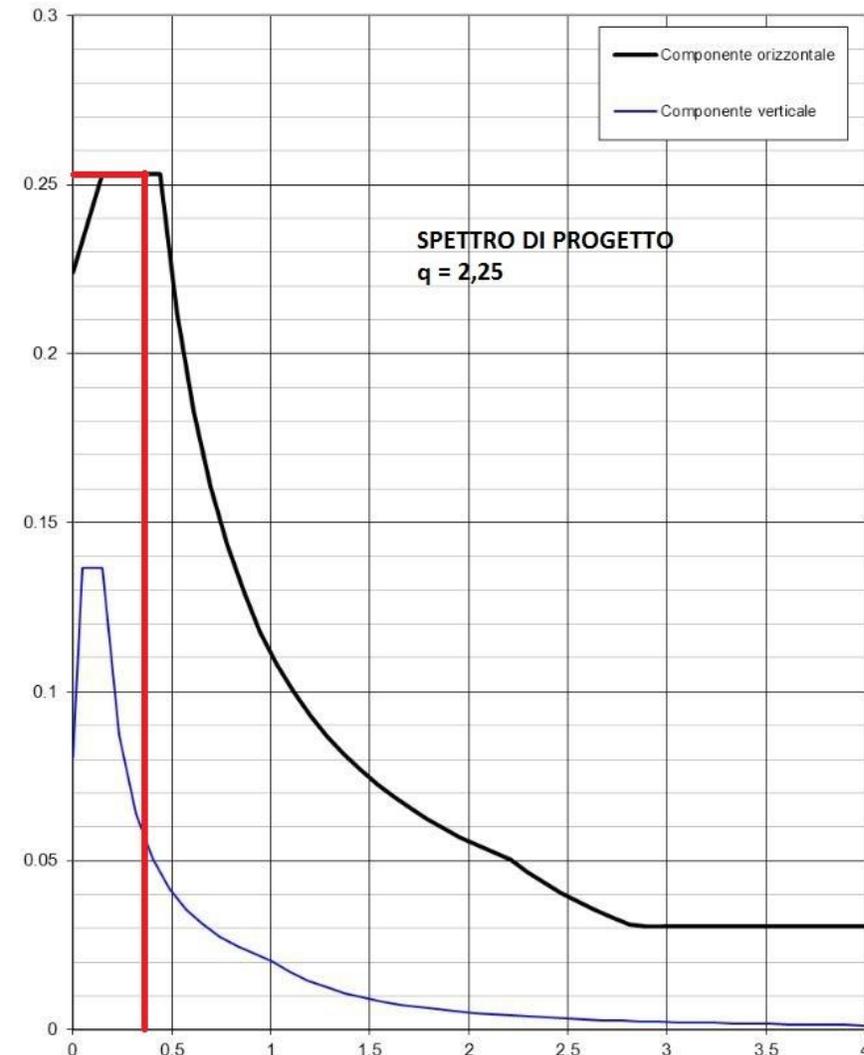
MASSA SISMICA del fabbricato

$$(carichi permanenti * 1,5 + carichi variabili * 0,3) / 9,81$$

3

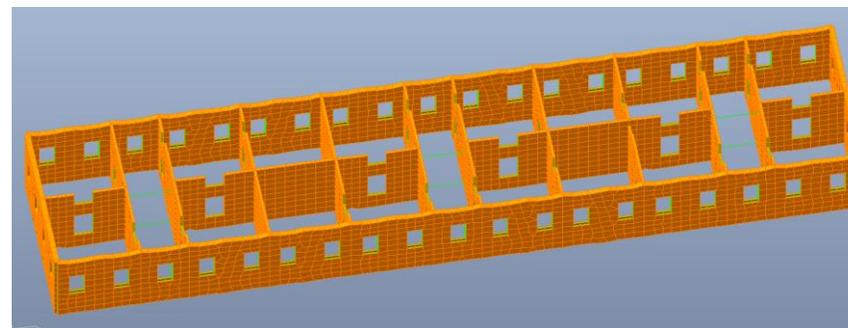
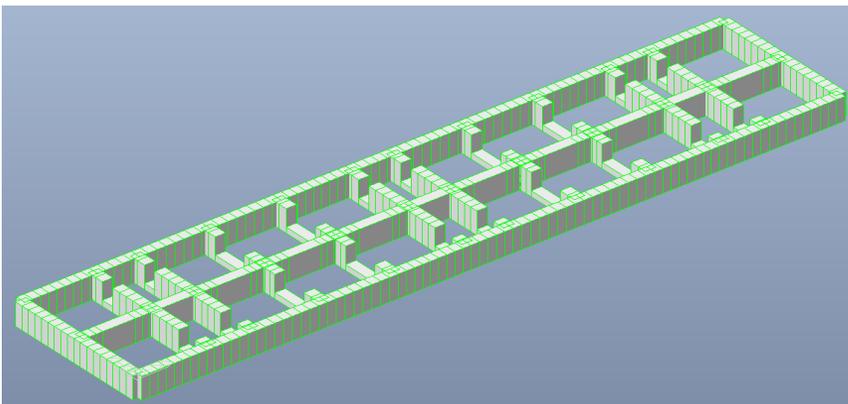
TAGLIANTE alla base del fabbricato T_f

$$Massa sismica del fabbricato * S_d$$



Modellazione f.e.m.:

- Scelta elementi e attribuzione vincoli
- carichi elementari e combinazioni di carico
- attribuzione dei carichi



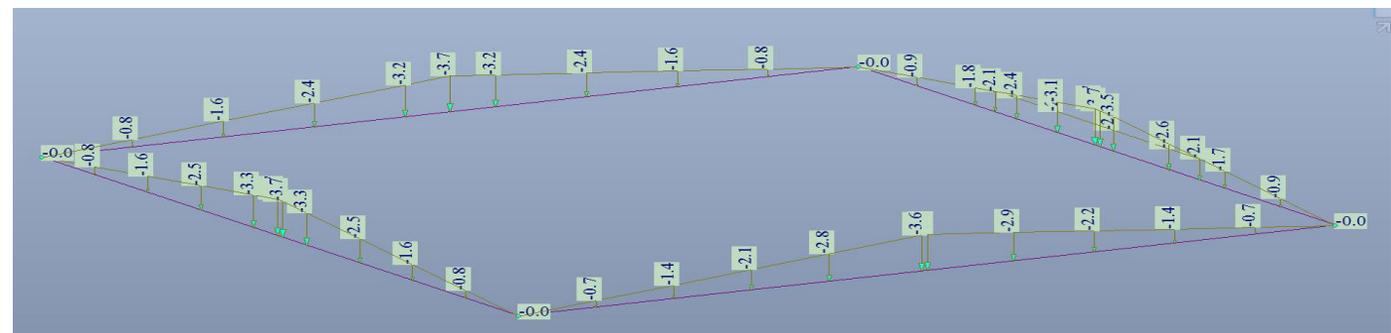
SDz (kaf/cm)
8424.00
11544.0
8424.00
8424.00
8424.00
10530.0
10530.0
10530.0
10530.0
10530.0
11544.0
11544.0
8424.00
12636.0
10530.0
11544.0
12636.0
12636.0
21060.0
21060.0
21060.0
21060.0
21060.0
12636.0

Static Loads

- Static Load Case 1 [PP ; peso proprio]
- Static Load Case 2 [PSTRUTT ; carichi permanenti strutturali]
- Static Load Case 3 [PnoSTRUTT ; carichi permanenti non strutturali]
- Static Load Case 4 [VAR ; Carichi variabili]

No	Name	Active	Type	Description
1	cLCB1	Stre	Add	1.3D + 1.5(1.0VAR)
2	cLCB2	Stre	Add	1.0D + 1.0(0.3)L + 1.0(1.0)sisma X
3	cLCB3	Stre	Add	1.0D + 1.0(0.3)L + 1.0(1.0)sisma y
4	cLCB4	Stre	Add	1.0D + 1.0(0.3)L - 1.0(1.0)sisma X
5	cLCB5	Stre	Add	1.0D + 1.0(0.3)L - 1.0(1.0)sisma y
6	cLCB6	Serv	Add	SERV :1.0D + 1.0VAR
7	cLCB7	Serv	Add	SERV :1.0D + 0.5VAR
8	cLCB8	Serv	Add	SERV :1.0D + 0.3VAR
*				

LoadCase	Factor
PP(ST)	1.0000
PSTRUTT(ST)	1.0000
PnoSTRUTT(S)	1.0000
VAR(ST)	0.3000
sisma X(RS)	1.0000

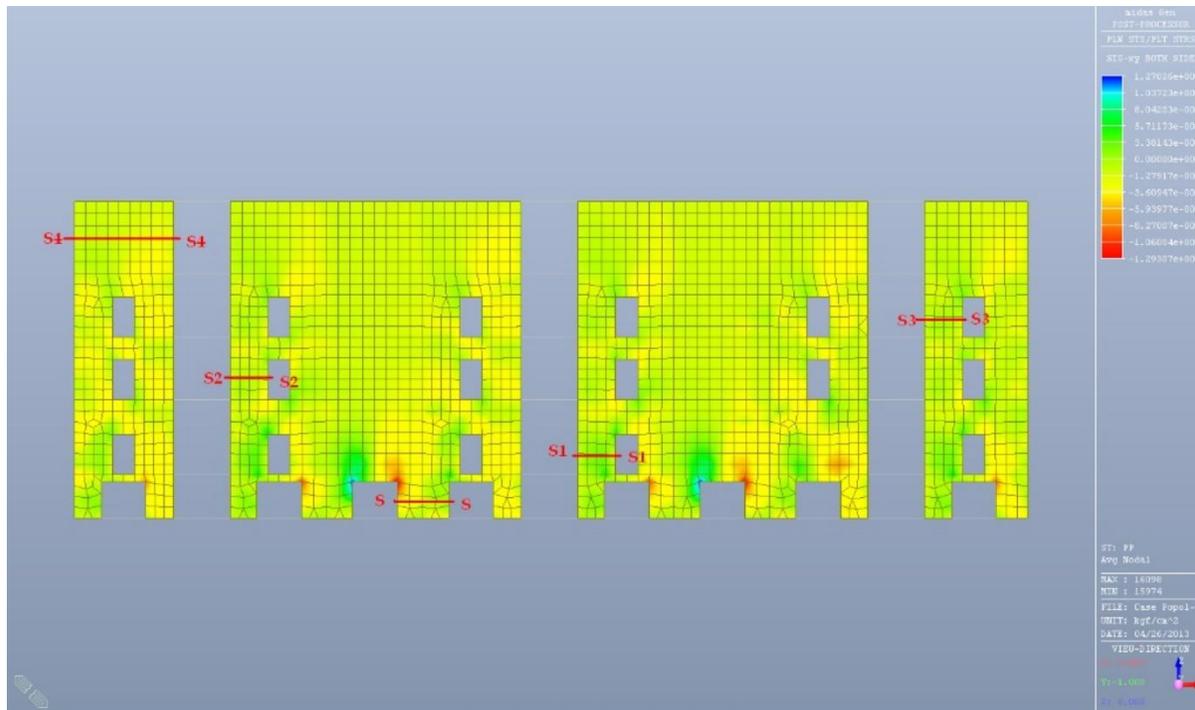


Solutore modello f.e.m.:

- ex.analisi dinamica modale
- restituzione azioni sui componenti
- verifiche di capacità

EIGENVALUE ANALYSIS			
Mode No	Frequency		Period
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)
7	20.5401	3.2691	0.3059
8	26.1318	4.1590	0.2404

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
7	0.0028	10.9005	51.8993	74.1149	0.0028	0.0039	4.8304	16.4652	0.0002	1.2944	0.0004	0.0642
8	64.9664	75.8669	0.0058	74.1207	0.0000	0.0039	0.0009	16.4661	1.0233	2.3177	0.0003	0.0645

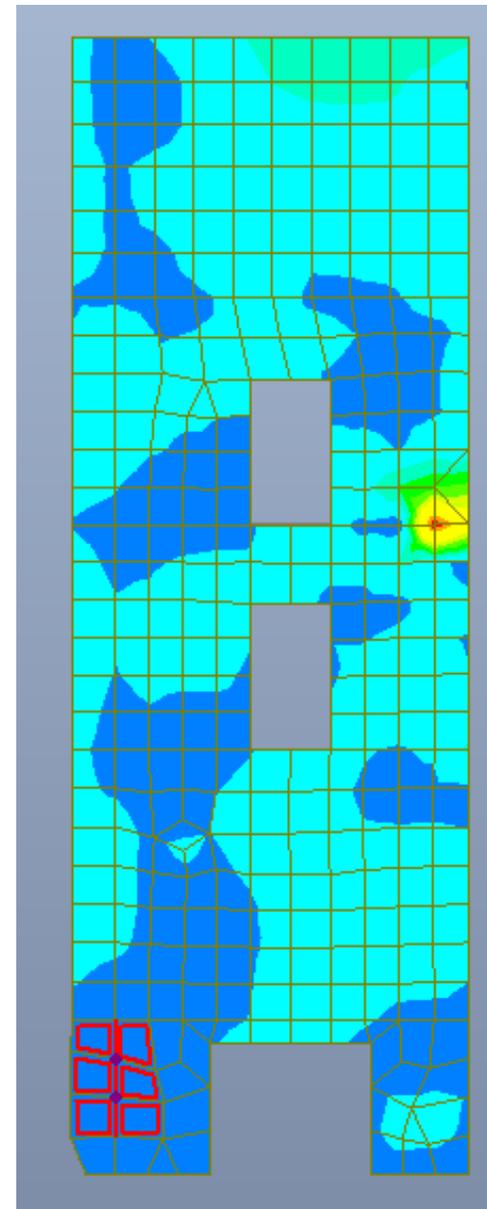
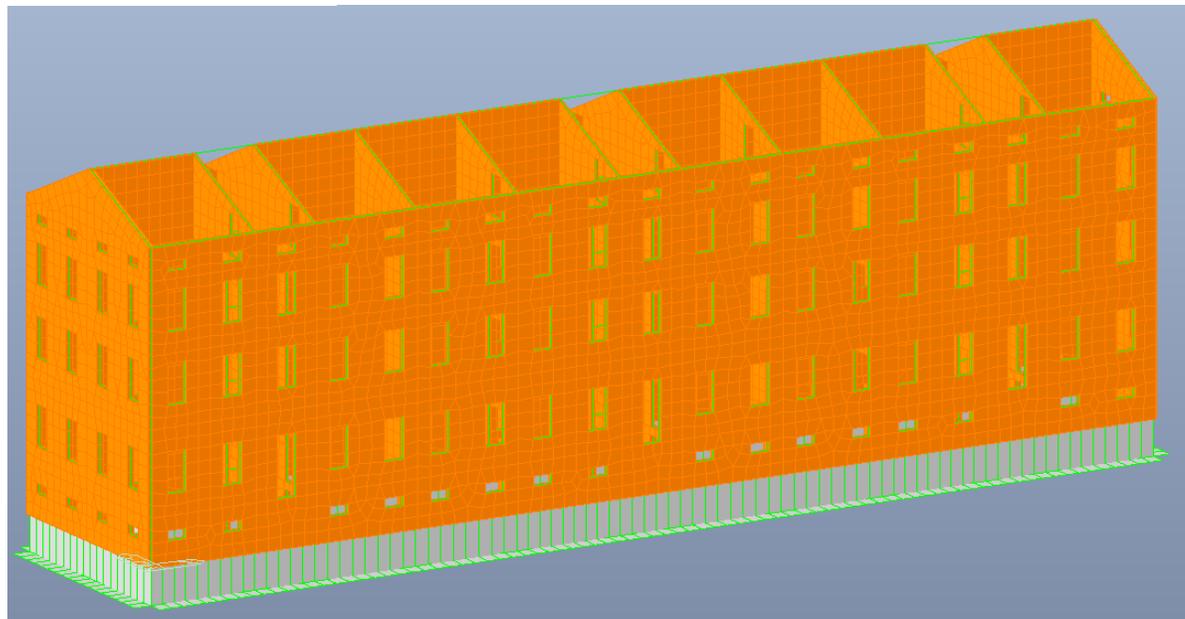


Tau nel muro di spina

SEZIONE S2-S2

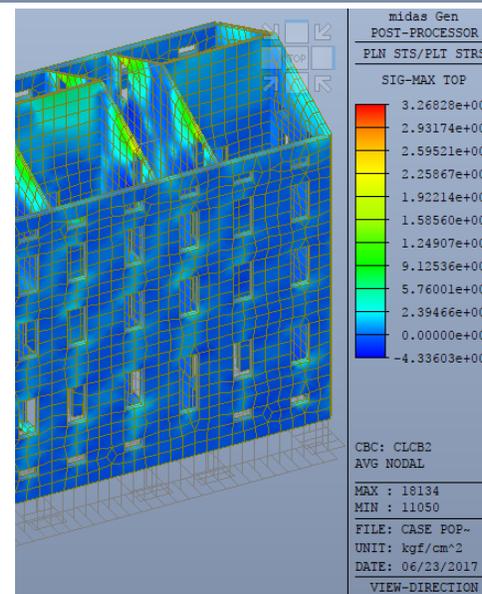
Sezione tipica

EDIFICI ESISTENTI		Verifiche pressoflessione		Verifiche a taglio	
		Med nel piano	55942	Ved scorrimento	4160
N SETTO		Mu nel piano	500701.4	Vt scorrimento	4203.75
		Fattore di sicurezza [FS]	8.95	Fattore di sicurezza [FS]	1.01
GEOMETRIA	[cm]				
h	310	Med fuori piano	1250	Ved diagonale	4160
l	185	Mu fuori piano	40597.41	Vt diagonale	3235.508
t	15	Fattore di sicurezza [FS]	32.47	Fattore di sicurezza [FS]	0.77



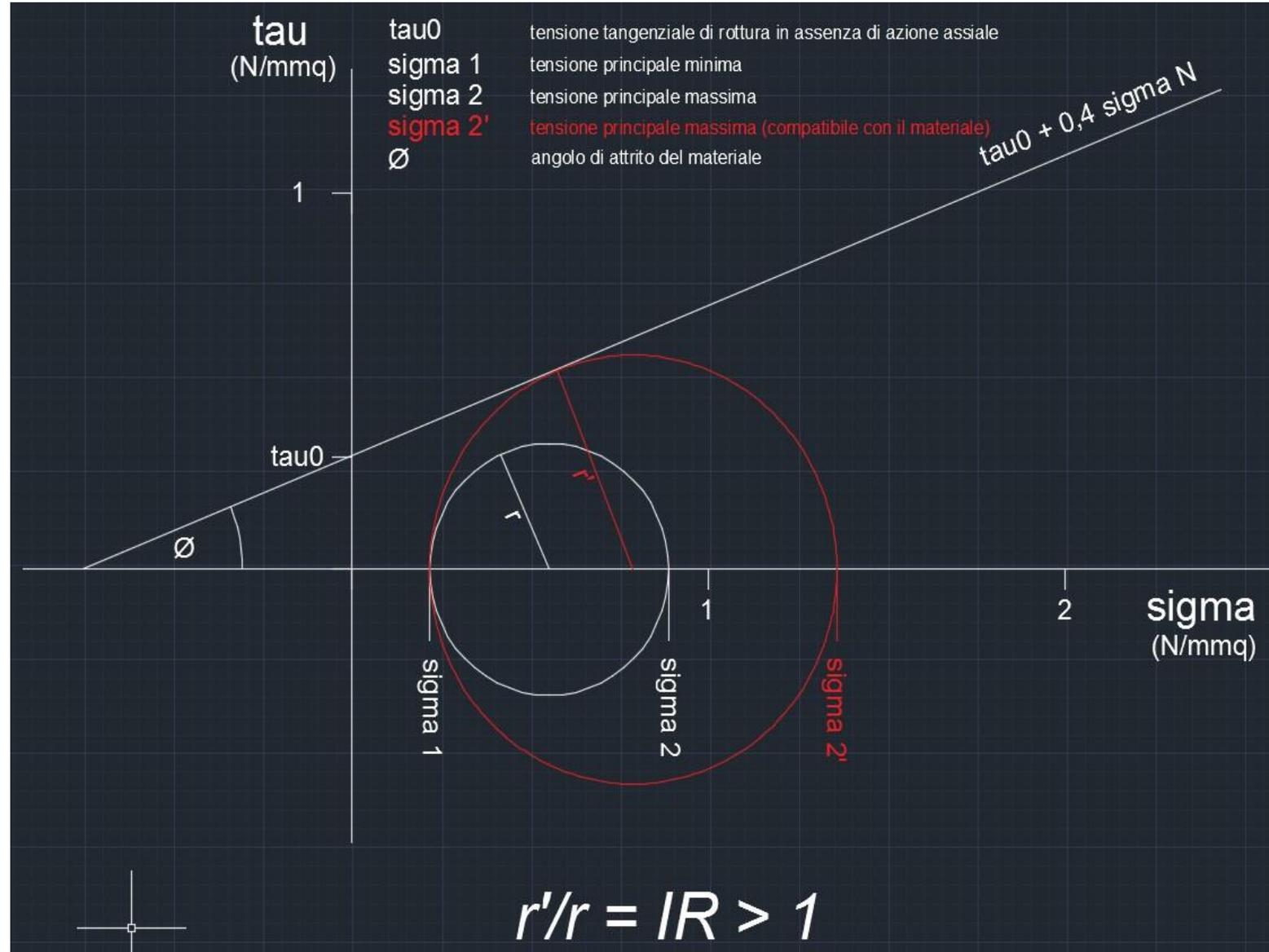
Sig-Max (kgf/cm ²)	Sig-Min
-1.05e+000	-3.98e+000
-1.11e+000	-4.06e+000

- Modellazione f.e.m. del fabbricato
- Mappatura delle tensioni principali nei setti murari ed individuazione delle superfici significative
- Individuazione dei valori medi delle **tensioni principali** nelle superfici significative



VALORI MEDI	
Sig-Max	Sig-Min
-1.08	-4,02

“-” compressione



**MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE
CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO
DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI**

Il procedimento determina IR sulla base del rapporto tra il raggio del cerchio di Mohr

rappresentante lo stato tensionale piano
corrispondente alle massime tensioni

Le variazioni al raggio del cerchio di Mohr dalla
configurazione iniziale a quella

rappresentante la condizione tensionale limite vengono eseguite
mantenendo la tensione

principale minore σ_1 costante e verificando che la tensione principale
maggiore σ_2' sia

minore del valore massimo compatibile con le
caratteristiche del materiale.

τ_0 = tensione tangenziale di rottura in
assenza di azione assiale

0,2 N/mm²

ϕ = angolo di attrito
del materiale

25°

σ_1 = tensione
principale min.

0,108 N/mm²

σ_2 = tensione
principale max.

0,402 "

σ_2' = tensione principale max.
compatibile

0,8937
40863 "

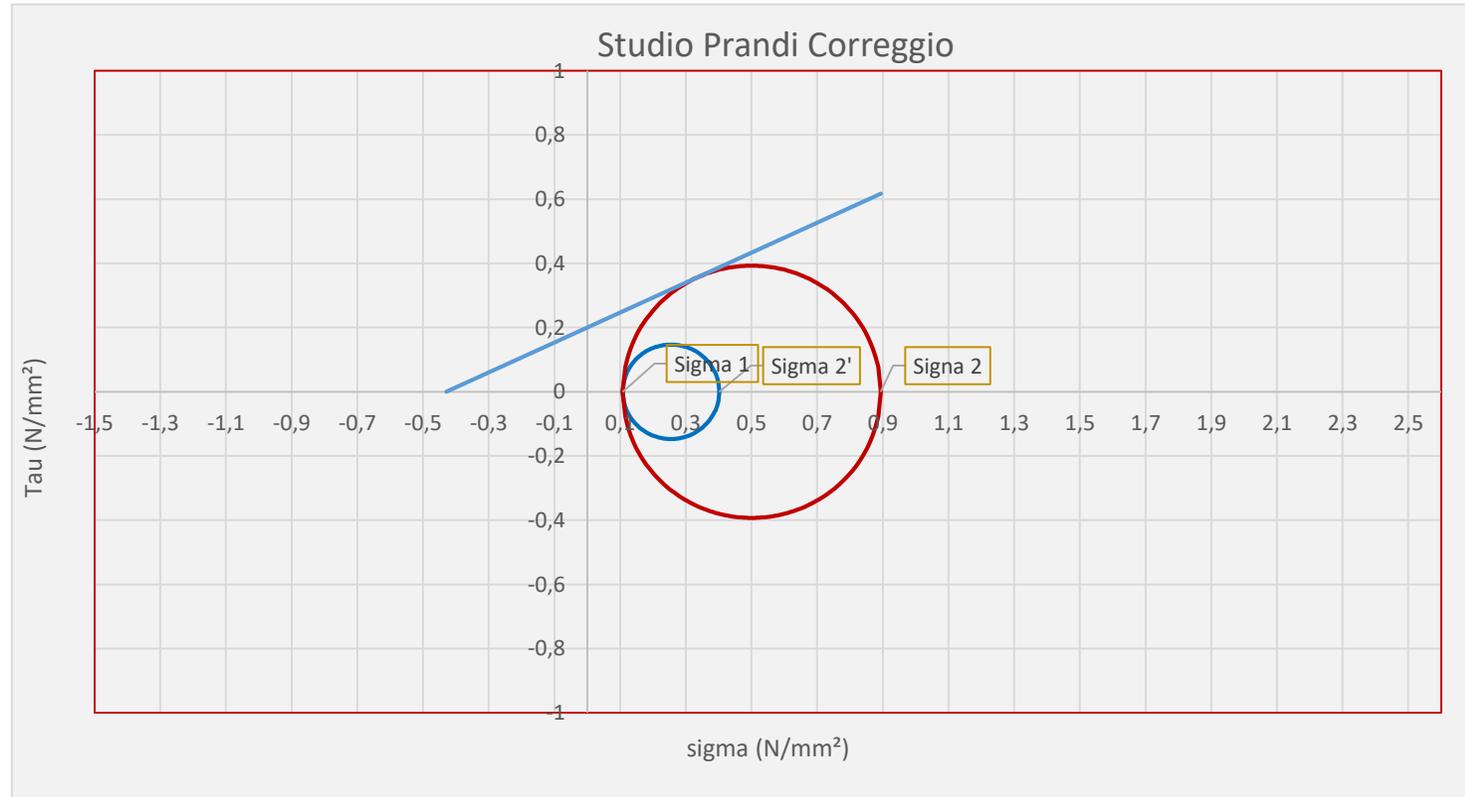
r = raggio del cerchio rappresentante lo stato
tensionale della muratura

0,147

r' = raggio del cerchio rappresentante la
condizione tensionale limite

0,392870431

IR = 2,672587969



*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE
CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO
DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*

prima dell'intervento

dopo l'intervento

CAPACITA' portante della FONDAZIONE

Approccio 1:

- *Combinazione1: (A1+M1+R1) $E_d \leq 2,457 \text{ kgf/cmq}$*
- *Combinazione1: (A2+M2+R2) $E_d \leq 0,973 \text{ kgf/cmq}$*

Approccio2:

- *Combinazione1: (A1+M1+R3) $E_d \leq 1,068 \text{ kgf/cmq}$*

SLV – tensione sul terreno

(Kg/cm²) $0,973/3,66=0,26 \rightarrow 26\%$

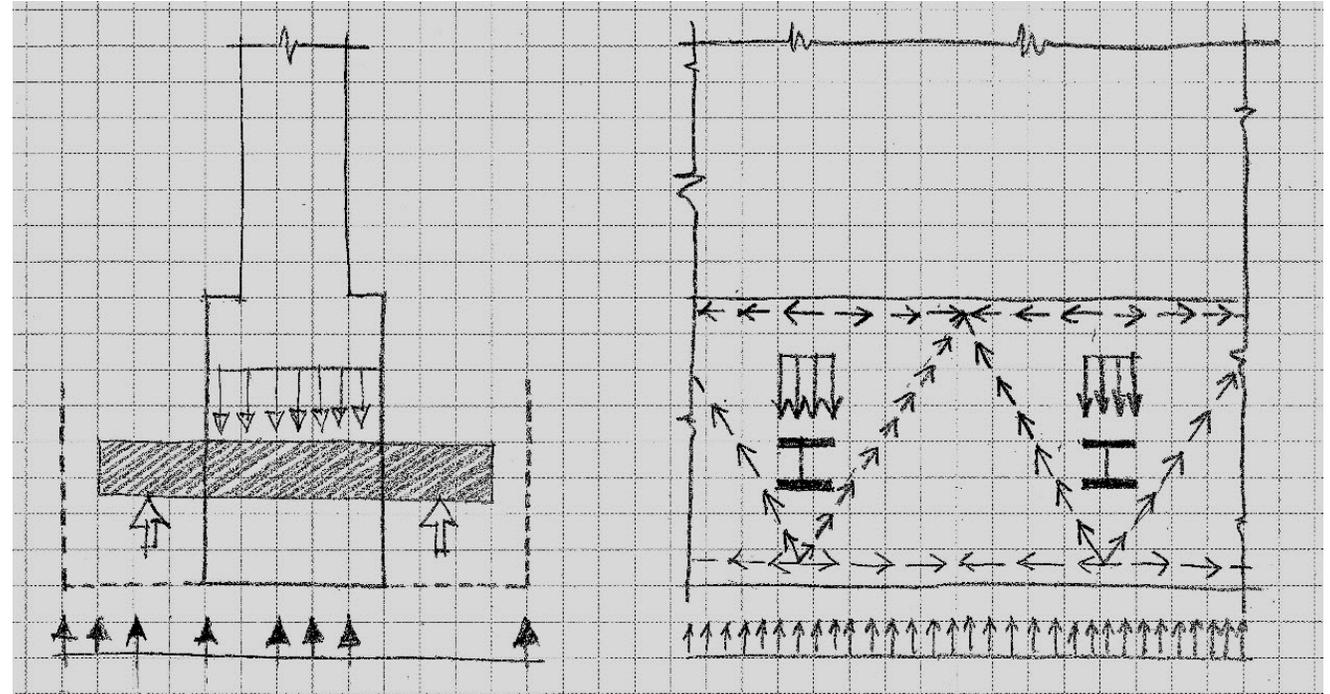
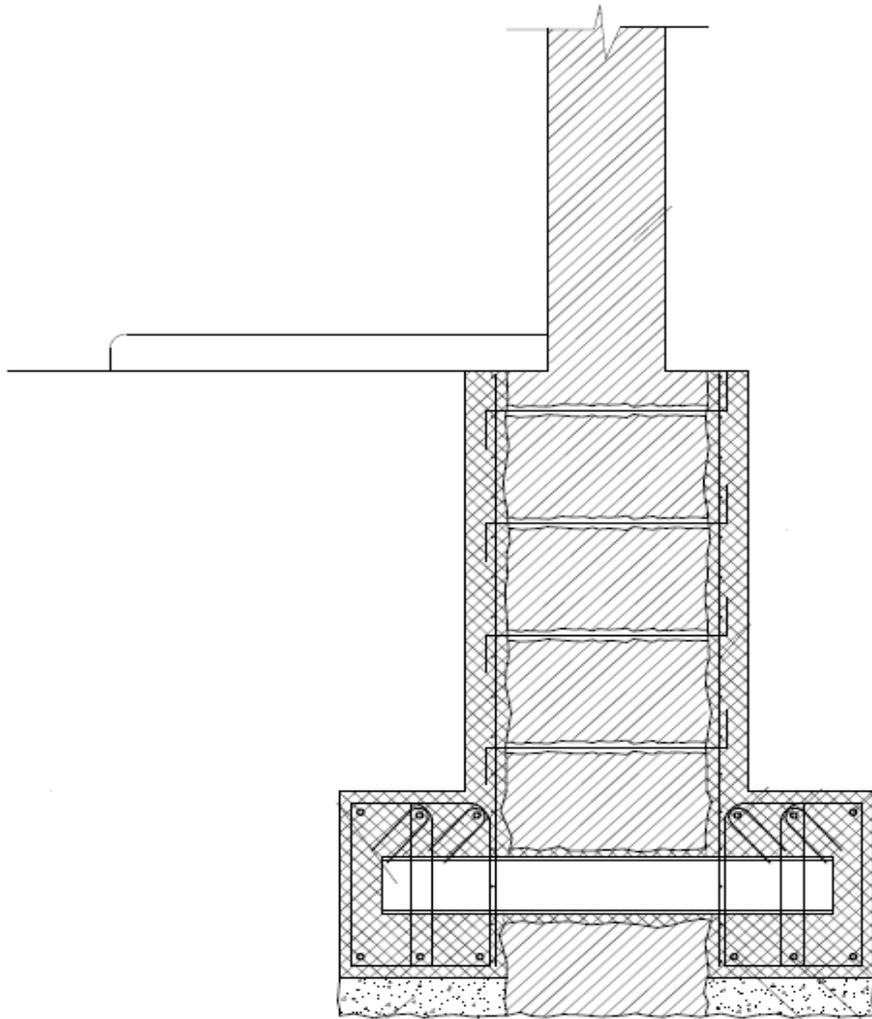
$0,973/1,46=0,66 \rightarrow 66\%$

SLD – tensione sul terreno

(Kg/cm²) $0,973/3,29=0,29 \rightarrow 29\%$

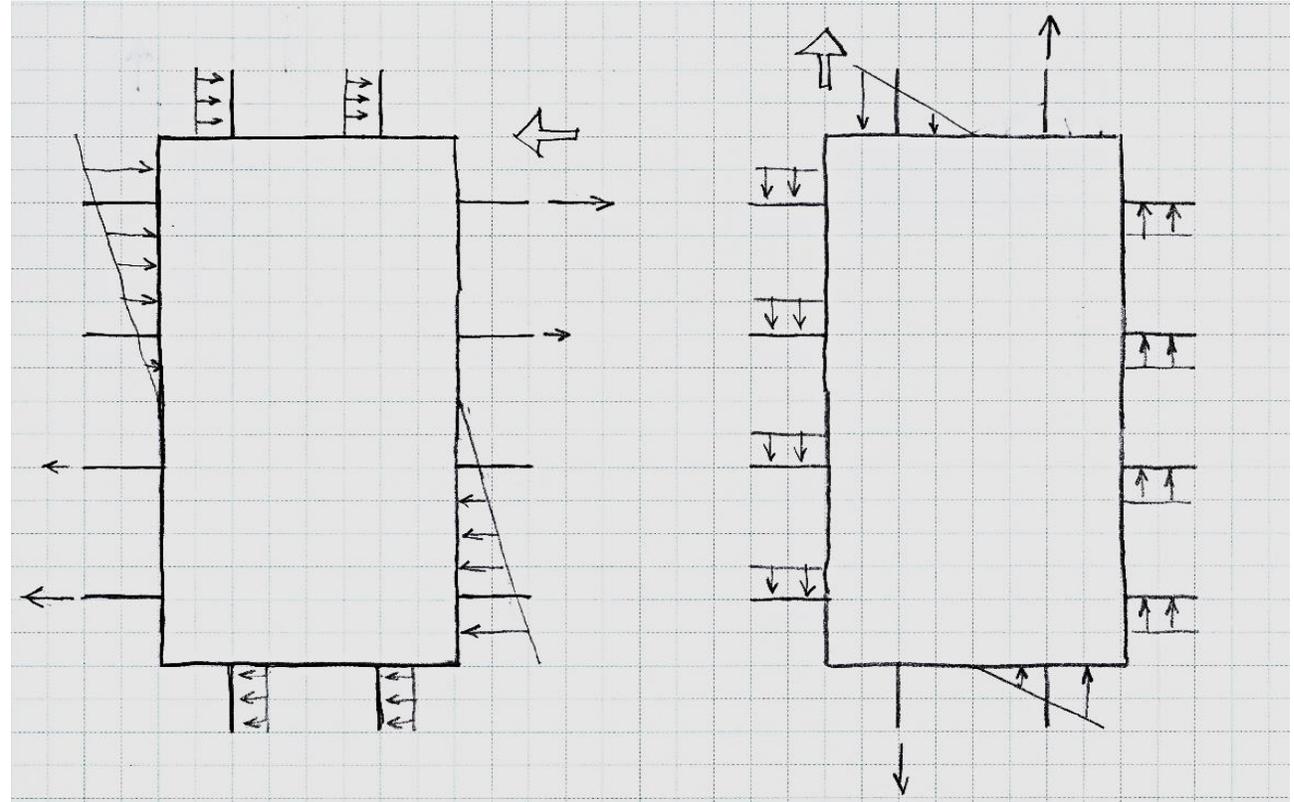
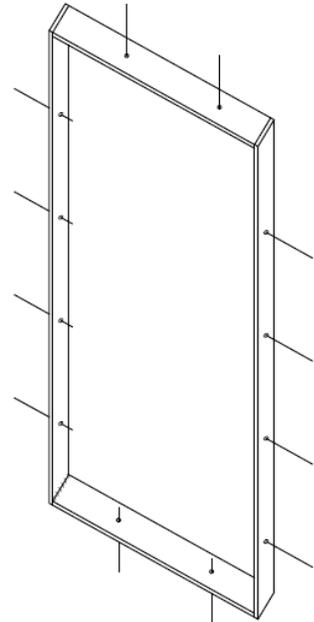
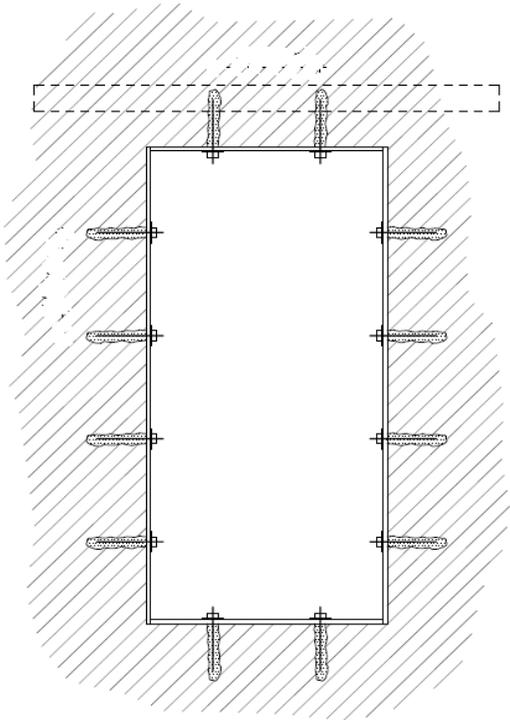
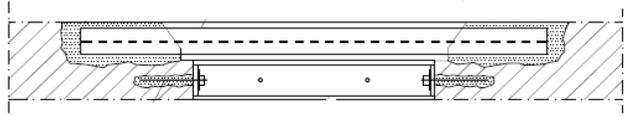
(Kg/cm²) $0,973/1,31=0,74 \rightarrow 74\%$

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*



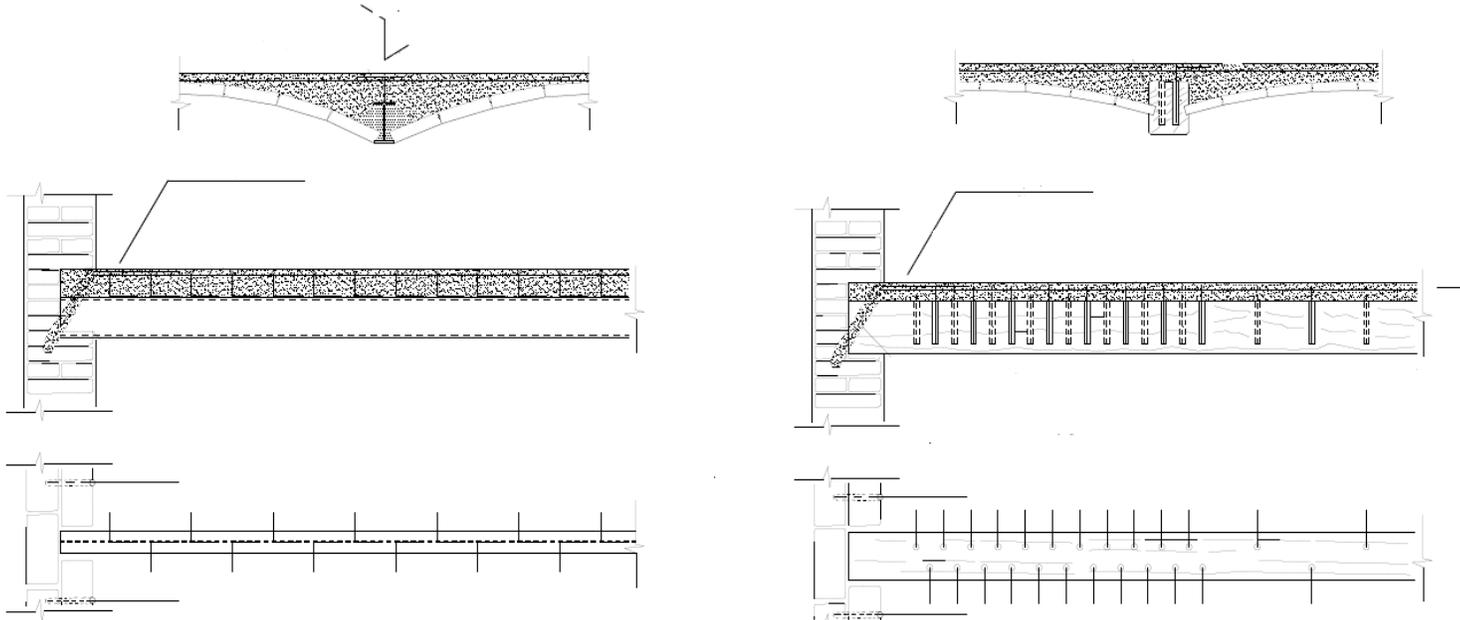
Un intervento di ampliamento/irrigidimento oltre che di confinamento fondale intendeva contrastare i cedimenti differenziali in corso e la disgregazione della fondazione esistente

MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI



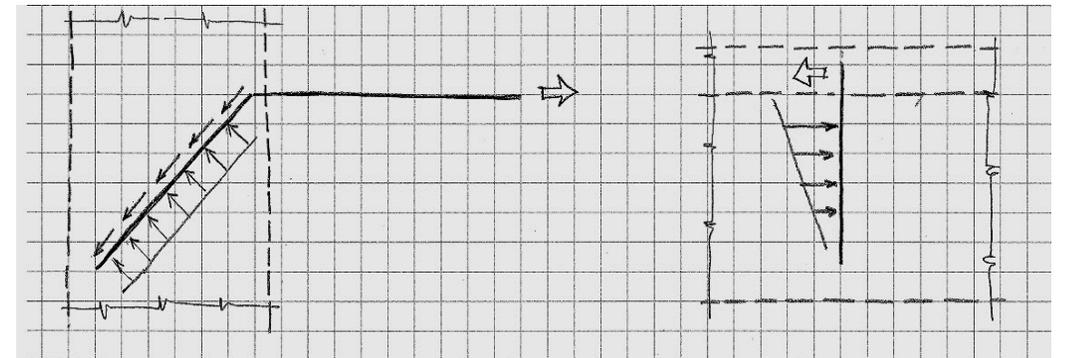
La cerchiatura e la sostituzione dei architravi danneggiati intendeva contrastare la debolezza delle pareti esterne indebolite da un elevato numero di aperture

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*



Impalcati a travi lignee o metalliche e
voltine laterizie

L'intervento intendeva migliorare la connessione tra le
pareti ed irrigidire gli impalcati nel piano



*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*



Cerchiatura ad una finestra

Irrigidimento impalcato a travi lignee e
voltine laterizie



MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO AD UFFICI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.
 MEDIANTE L'ADEGUAMENTO DEI PILASTRI

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

INDICE DI SICUREZZA allo SLV e CLASSE IS-V

prima dell'intervento

$$0,973/3,66=0,26 \rightarrow 26\%$$

dopo l'intervento

$$0,973/1,46=0,66 \rightarrow 66\%$$

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}

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}

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

Determinazione delle PGA in domanda e capacità

(per tali periodi del fabbricato $PGA_{cap}/PGA_{dom} \approx PSA_{cap}/PSA_{dom}$)

**Rapporto delle PSA in capacità e domanda
e determinazione delle PGA in capacità**

prima dell'intervento

$$0,973/3,66=0,26$$

$$PGA_c \approx 0,26 * 0,224 = 0,058 \text{ g}$$

SLV

dopo l'intervento

$$0,973/1,46=0,66$$

$$PGA_c \approx 0,66 * 0,224 = 0,147 \text{ g}$$

$$0,973/3,29=0,29$$

$$PGA_c \approx 0,29 * 0,082 = 0,024 \text{ g}$$

SLD

$$0,973/1,31=0,74$$

$$PGA_c \approx 0,74 * 0,082 = 0,006 \text{ g}$$

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

*Determinazione del periodo di ritorno T_{rc} (SLV) = $475(PGAc/PGAd)^{1/0,41}$
e della frequenza $\lambda = 1/T_{rc}$ per i vari SL*

prima dell'intervento

SLID $\lambda = 10\%$

SLO $\lambda = 1,67 * 50\% \rightarrow 83,5\% \rightarrow 10\%$

SLD $T_{rc} = 50(0,024/0,082)^{2,44} = 2$ anni

$\lambda = 1/2 = 0,5 \rightarrow 50\% \rightarrow 10\%$

SLV $T_{rc} = 475(0,058/0,224)^{2,44} = 18$ anni

$\lambda = 1/18 = 0,055 \rightarrow 5,5\%$

SLC $\lambda = 0,487 * 5,5 \rightarrow 2,7\%$

SLR $\lambda = 0,1\%$

dopo l'intervento

SLID $\lambda = 10\%$

SLO $\lambda = 1,67 * 4,3\% \rightarrow 7,2\%$

SLD $T_{rc} = 50(0,06/0,082)^{2,44} = 23$ anni

$\lambda = 1/23 = 0,043 \rightarrow 4,3\%$

SLV $T_{rc} = 475(0,147/0,224)^{2,44} = 170$ anni

$\lambda = 1/170 = 0,006 \rightarrow 0,6\%$

SLC $\lambda = 0,487 * 0,6 \rightarrow 0,3\%$

SLR $\lambda = 0,1\%$

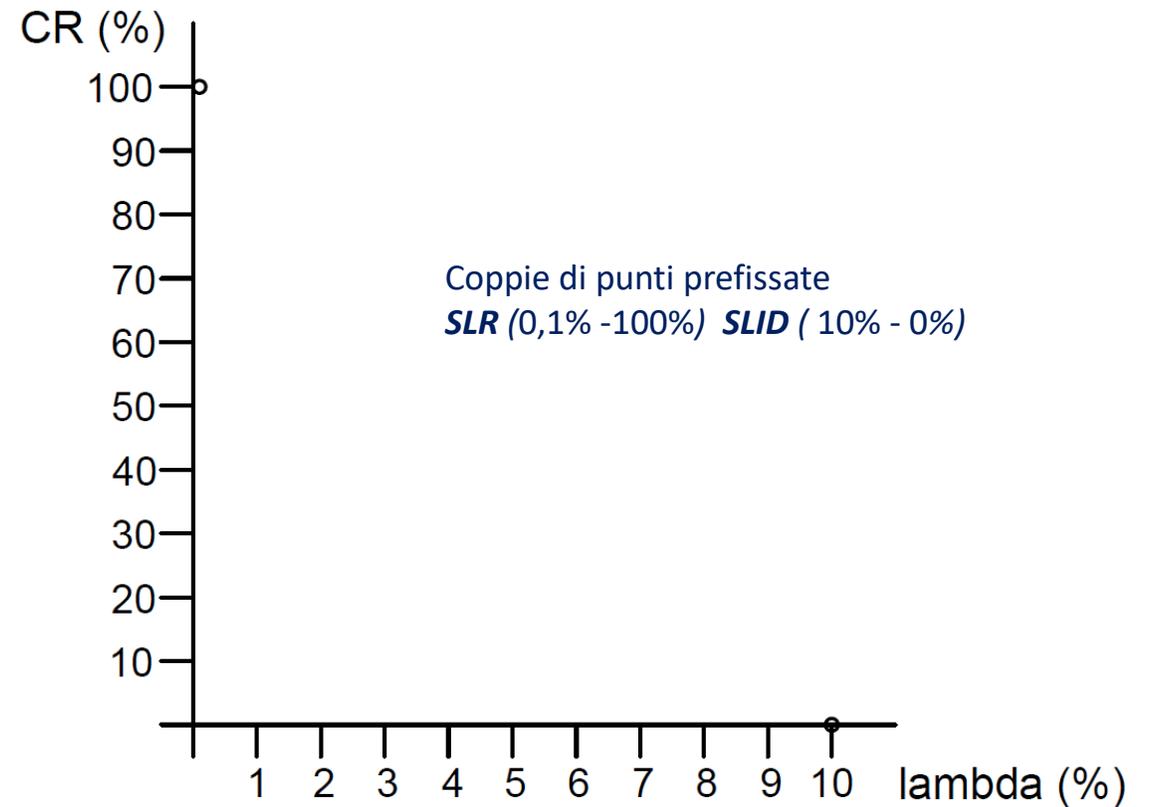
*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

Costi medi di ricostruzione % prefissati per i vari SL

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

Grafico dell'INDICE P.A.M

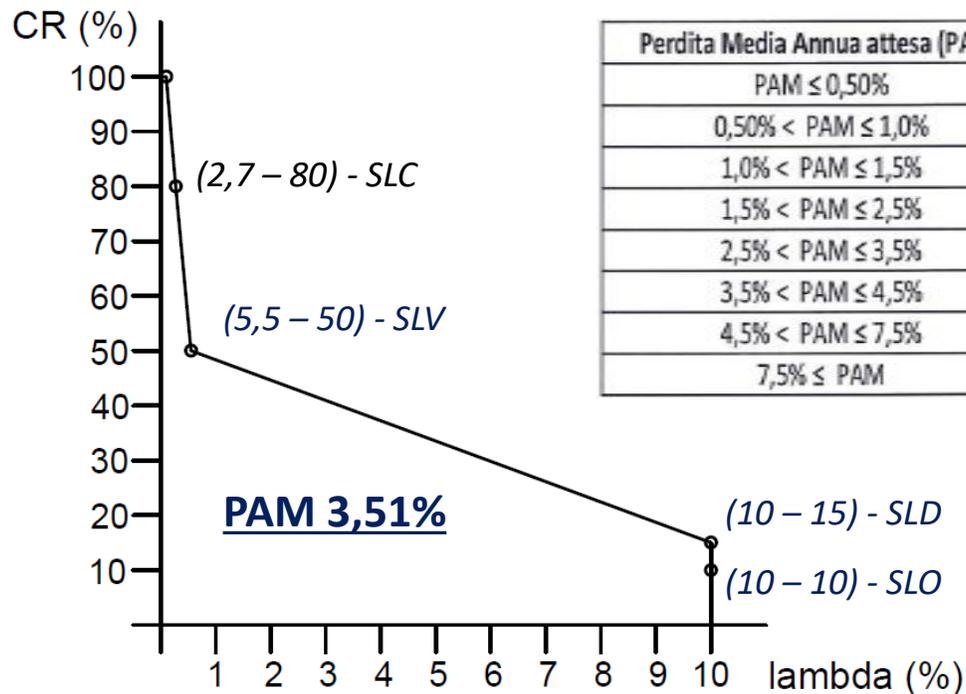


MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI

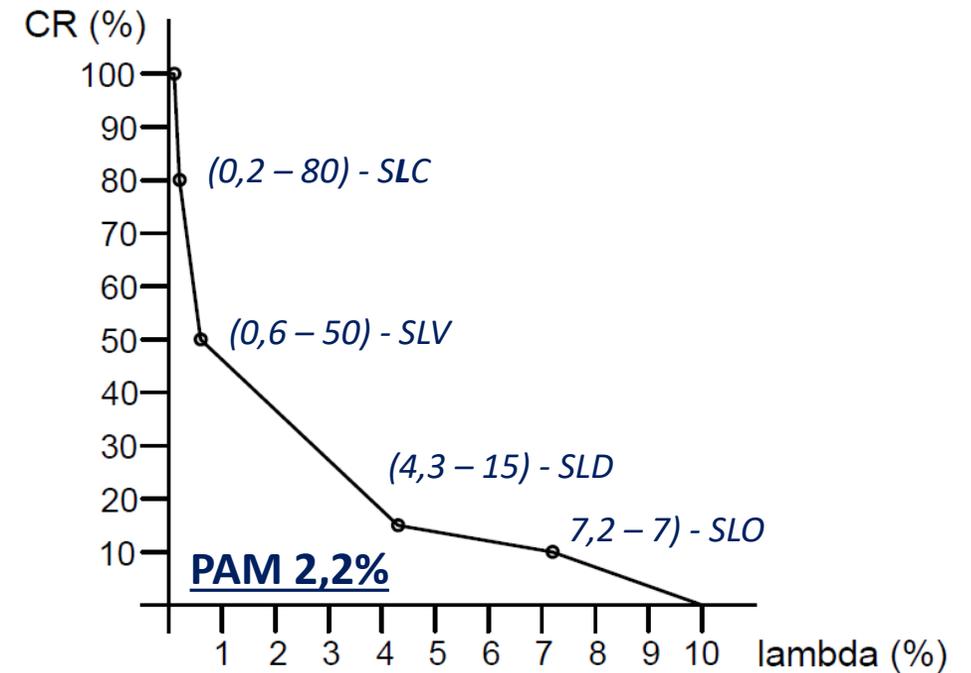
METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

Curva INDICE P.A.M. (area sottesa)

Prima dell'intervento



Dopo l'intervento



*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*

METODO CONVENZIONALE per l'accesso al SISMABONUS

Classe della costruzione

	<u>Prima</u> dell'intervento	<u>Dopo</u> l'intervento
Classe IS-V	E _{ISV}	B _{ISV}
Classe P.A.M.	E	C
	E	C

MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI

CLASSIFICAZIONE SISMICA

Metodo semplificato: (prima dell'intervento)

- Da tabella 4 linee guida, classe di vulnerabilità **V5** – (*mattoni, orizzontamenti in legno con scarse rigidezza e collegamento alle pareti,*
 - *possibile ribaltamento delle pareti,*
 - *orizzontamenti male ammorsati alle pareti V5* → **V6**)

TIPOLOGIA STRUTTURALE	PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNERABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PASSAGGIO DI CLASSE
INERTI / MAGLIA MURARIA					
pietra grezza	<ul style="list-style-type: none"> • Legante di cattiva qualità e/o assente • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆			
mattoni di terra cruda (adobe)	<ul style="list-style-type: none"> • Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti • Eventuale presenza di telai di legno 	V ₆			
pietra sbozzata	<ul style="list-style-type: none"> • Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. listature). • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₅	Ribaltamento delle pareti	<ul style="list-style-type: none"> • Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado e/o danneggiamento • Spinte orizzontali non contrastate • Pannelli murari male ammorsati tra loro • Orizzontamenti male ammorsati alle pareti 	da V ₅ a V ₆
mattoni o pietra lavorata	<ul style="list-style-type: none"> • Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₅		<ul style="list-style-type: none"> • Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni • Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₅
pietra massiccia per costruzioni monumentali	<ul style="list-style-type: none"> • Orizzontamenti a volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio 	V ₄	Meccanismi parziali o di piano		
mattoni + solai d'elevata rigidezza nel proprio piano medio	<ul style="list-style-type: none"> • Funzionamento scolare della costruzione • Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio ben collegati alla muratura 	V ₄	Ribaltamento delle pareti Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> • Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado e/o danneggiamento • Pannelli murari male ammorsati tra loro • Orizzontamenti male ammorsati alle pareti • Pannelli murari a doppio strato con camera d'aria • Assenza totale o parziale di cordoli • Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni • Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₅
armata e/o confinata	<ul style="list-style-type: none"> • Elevata qualità delle murature, rinforzata da reti o barre di acciaio, e/o realizzata tra travi e colonne che la racchiudono in corrispondenza di tutti e quattro i lati • Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio 	V ₃	Meccanismi dovuti, ad esempio, ad un'errata disposizione degli elementi non strutturali che possono ridurre la duttilità globale	<ul style="list-style-type: none"> • Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado o danneggiamento • Elevata irregolarità in pianta e/o in altezza • Presenza numerosa di elementi non strutturali che modificano negativamente il comportamento locale e/o globale • Aperture di elevanti dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₃ a V ₄

Tabella 4 – Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe.

MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI

CLASSIFICAZIONE SISMICA

Metodo semplificato: (dopo l'intervento)

Da tabella 6 linee guida,
tipologia a mattoni

- *eliminazione spinte orizzontali,*
- *stabilizzazione fuori piano, collegamento agli orizzontamenti,*
- *comportamento scatolare, posticipazione meccanismi fuori piano*
- *passaggio di classe V6 → **V5***

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ*
INERTI/MAGLIA MURARIA			
pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V ₆
mattoni di terra cruda (adobe)			
MURATURA	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento d'insieme "regolare" e "scatolare",⁽¹⁰⁾ • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₆ a V ₅
	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare",⁽¹⁰⁾ • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₅ a V ₄
	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare",⁽¹⁰⁾ • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃
	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino dei danni o delle zone degradate • Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare",⁽¹⁰⁾ • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₆ a V ₅

*MIGLIORAMENTO SISMICO DI FABBRICATO RESIDENZIALE CONDOMINIALE IN MURATURA
MEDIANTE CERCHIATURA DELLE APERTURE E IRRIGIDIMENTO DEGLI IMPALCATI/FONDAZIONI*

CLASSIFICAZIONE SISMICA Metodo semplificato: (prima e dopo l'intervento)

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

Bologna 18 maggio 2017

Sismabonus ed emanazione delle linee guida per la classificazione del rischio sismico.

**Interventi di attenuazione del rischio,
interventi su edifici con vincolo
monumentale**

III° caso

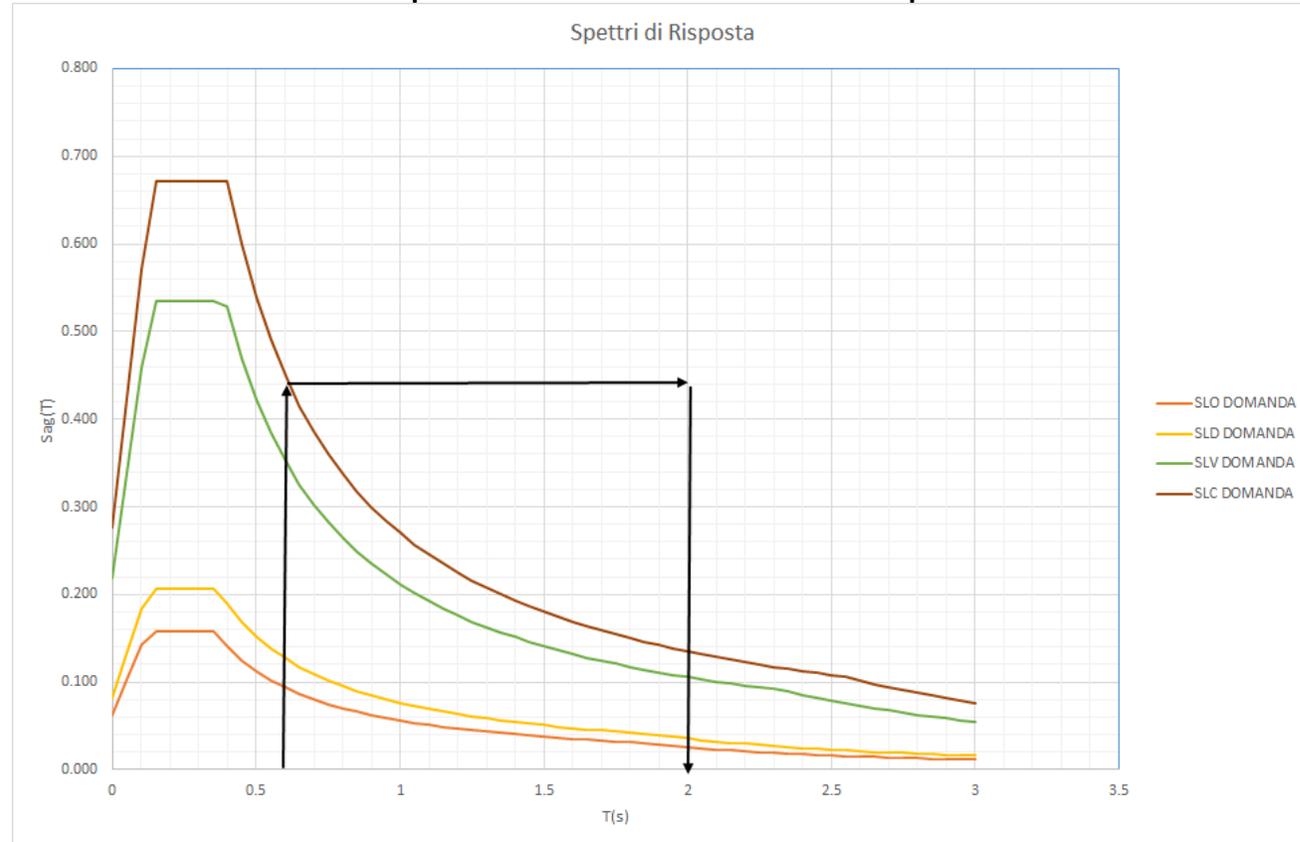
NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

Strutture su Isolatori

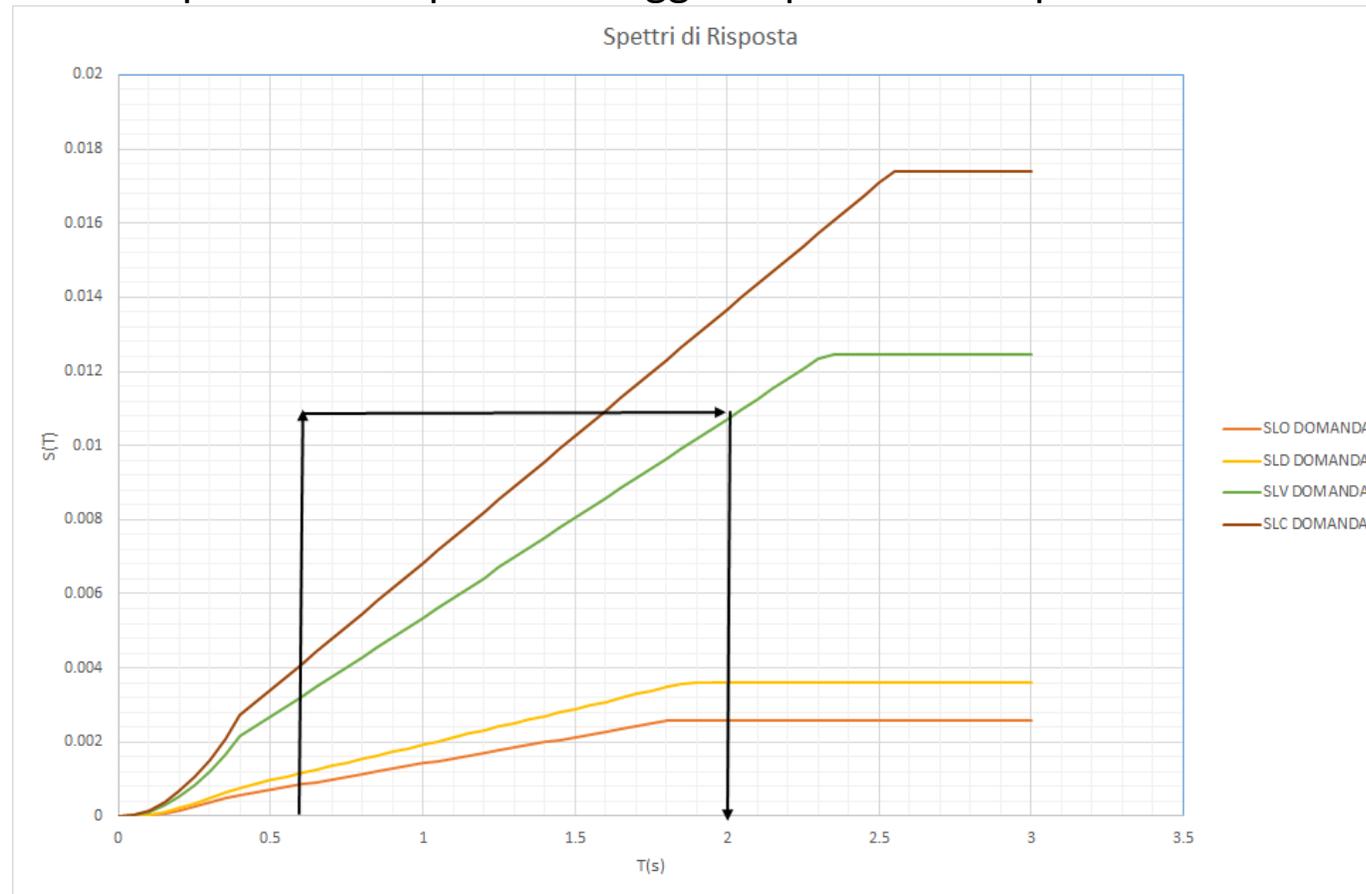
Il principio è quello di poter disaccoppiare il moto del terreno da quello dell'edificio.
Si applica quindi sulle strutture un insieme di dispositivi che incrementa il periodo ottenendo accelerazioni spettrali più basse



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

Strutture su Isolatori

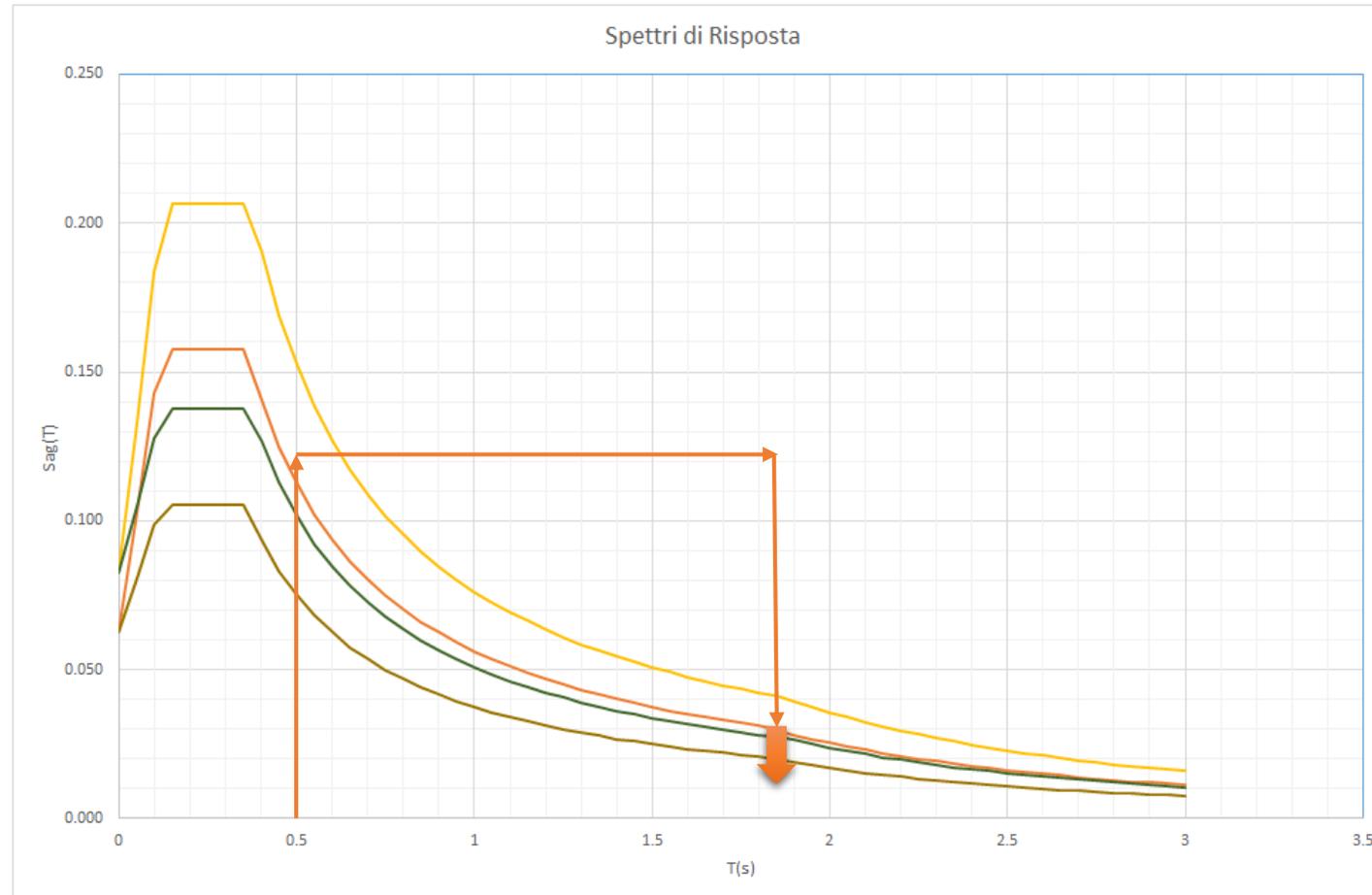
Contestualmente l'incremento del periodo comporterà maggiori spostamenti spettrali



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

Strutture su Isolatori

E' possibile anche inserire alla base un sistema che, grazie alla dissipazione di energia, abbatta le ordinate spettrali



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

Strutture su Isolatori

Le caratteristiche dei sistemi di isolamento sono quindi:

1. Capacità di sostegno dei carichi verticali statici con rigidità orizzontale per consentire ampi spostamenti in seguito all'azione sismica, ma sufficiente rigidità per rispondere alle azioni orizzontali ordinarie. (Vento, etc)
2. Capacità di dissipazione per abbattere le ordinate spettrali in accelerazione e spostamento
3. Capacità di ricentraggio dopo un evento sismico.

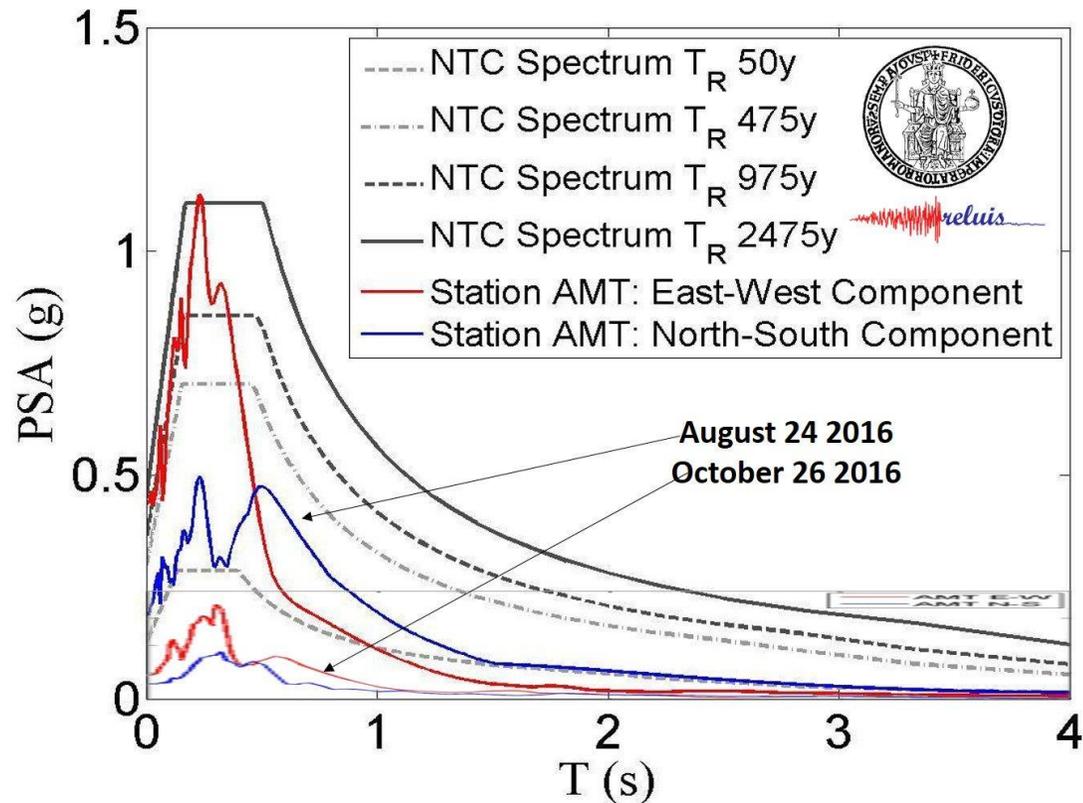
Vantaggi:

1. Possibilità di calcolare la sovrastruttura in campo elastico con risparmi computazionali e geometrici.
2. Possibilità di modificare in modo radicale il contenuto in frequenza di un edificio qualora si riscontrassero problemi di amplificazione o risonanza.

NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

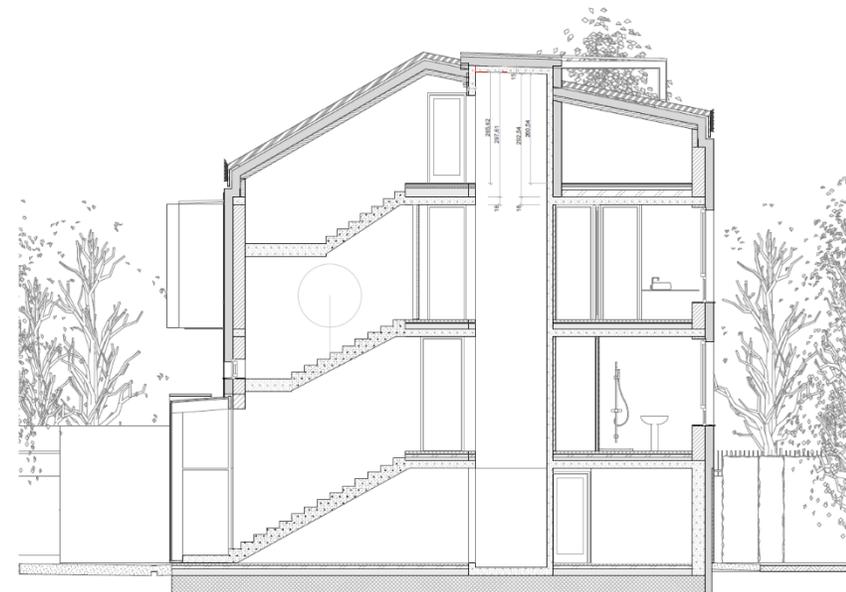
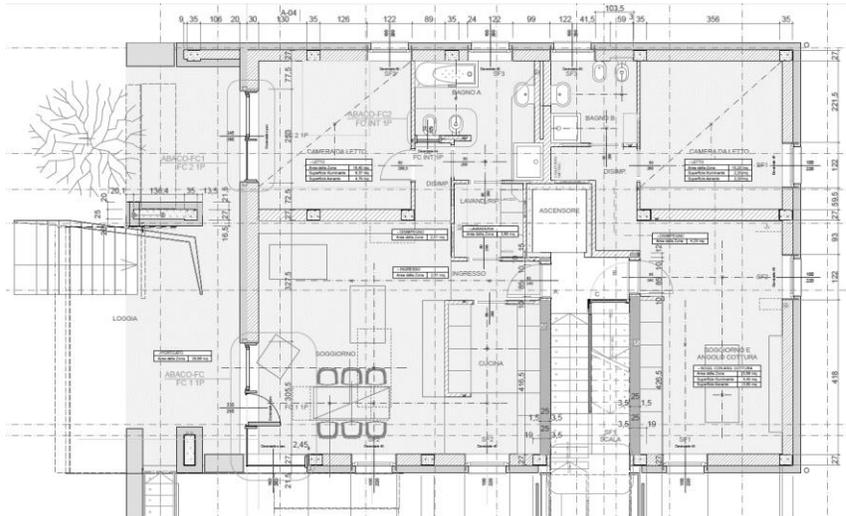
Strutture su Isolatori

Esempio: in determinati casi le accelerazioni spettrali manifestano amplificazioni notevoli per gli effetti di sito. Andando ad inserire un sistema di isolamento alla base sarà possibile garantire alla struttura un comportamento migliore rispetto all'amplificazione

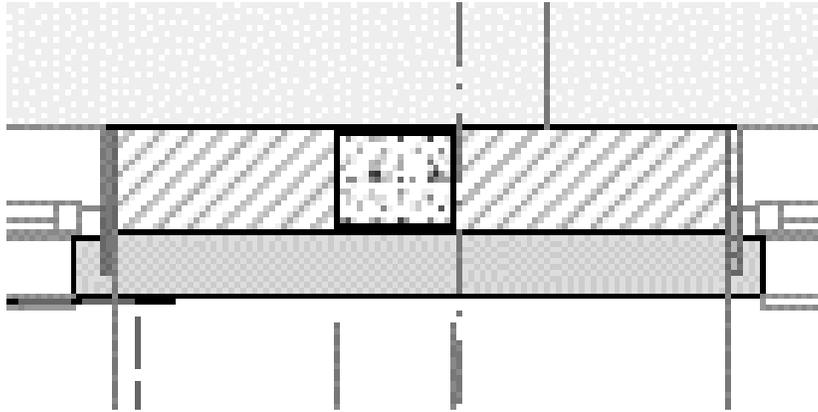


NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

- palazzina residenziale;
- zona sismica III con $a_g = 0,153g$, categoria di sottosuolo C, classe d'uso II;
- fondazione a platea in c.a., muri di cantina e telaio in elevazione in c.a., tamponamenti in laterizi pieni, logge e balconate in acciaio, copertura in acciaio e legno;
- isolamento termico a cappotto esterno;
- impianto termico con caldaia a metano, pavimenti radianti;
- impianto idrico-sanitario sottotraccia.

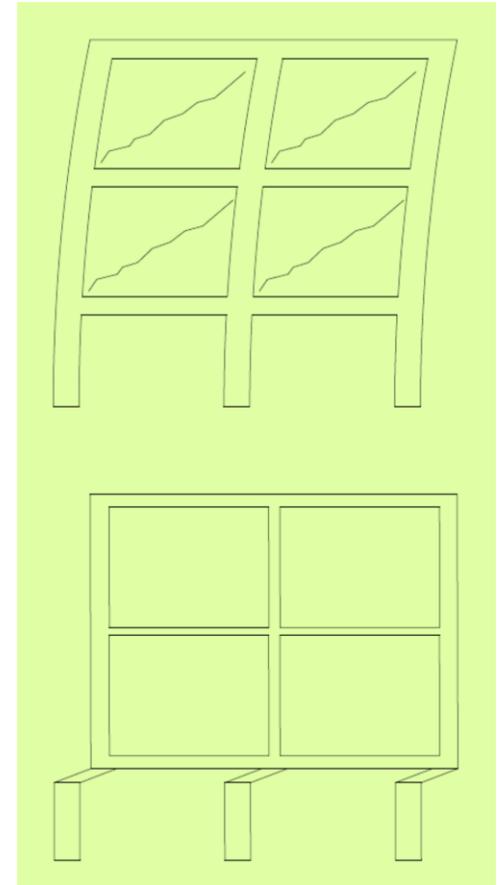


NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE



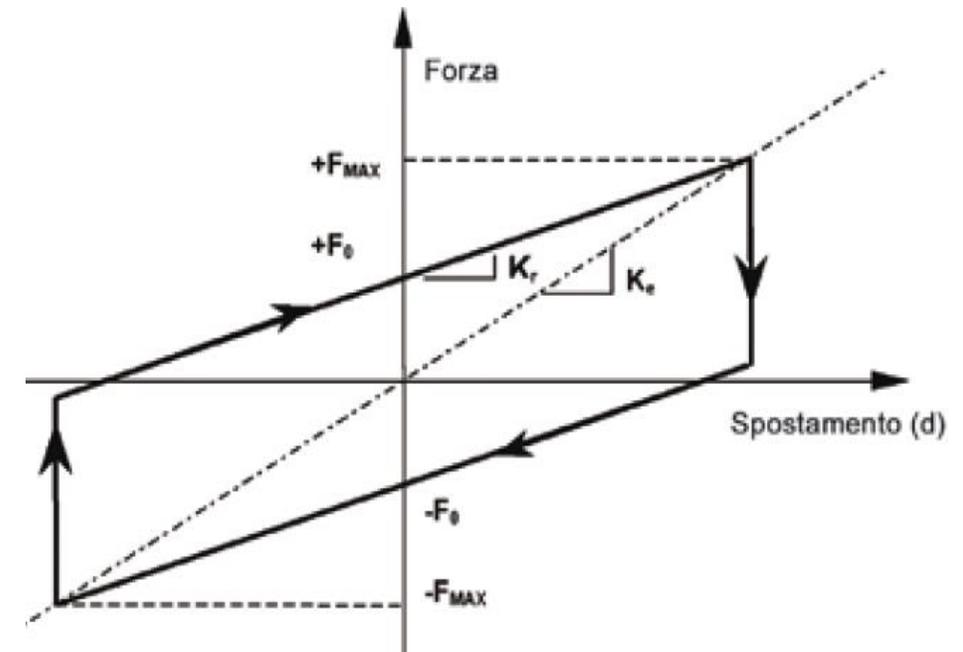
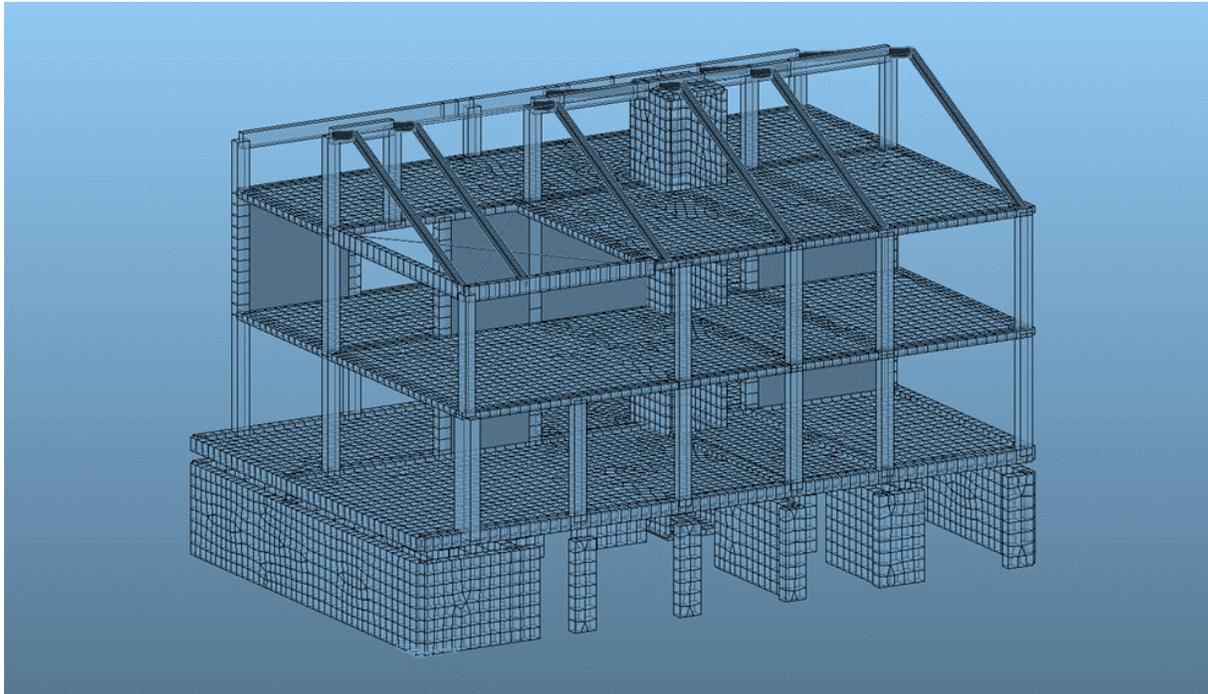
Limitazione dell'eventuale danno ai componenti non strutturali

Necessità di contenere le dimensioni dei pilastri a limitare gli adattamenti delle esigenze distributive e di coibentazione



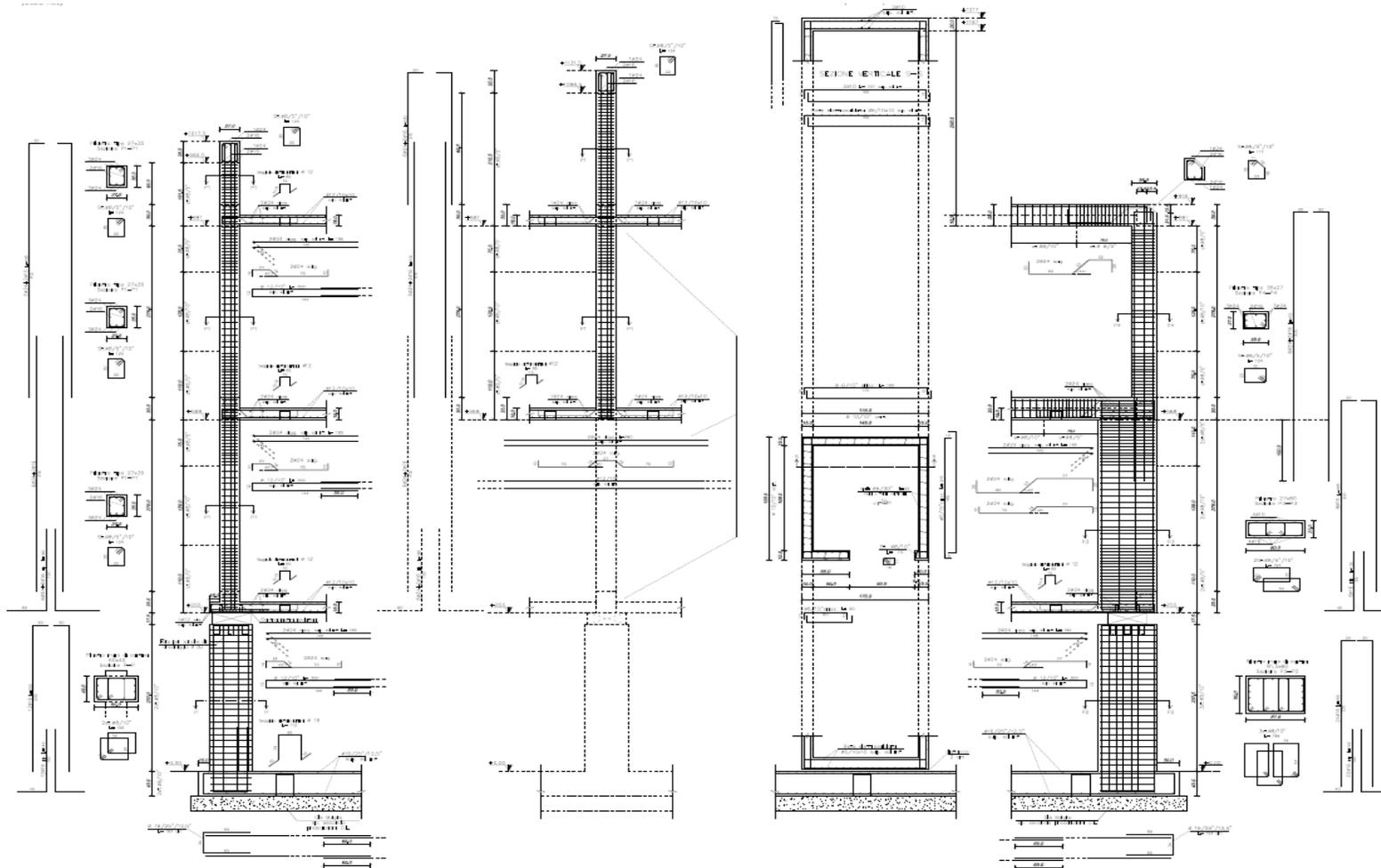
NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

Modellazione F.E.M. con impalcati e tamponamenti collaboranti in elementi *plate*, travi e pilastri in elementi *beam*



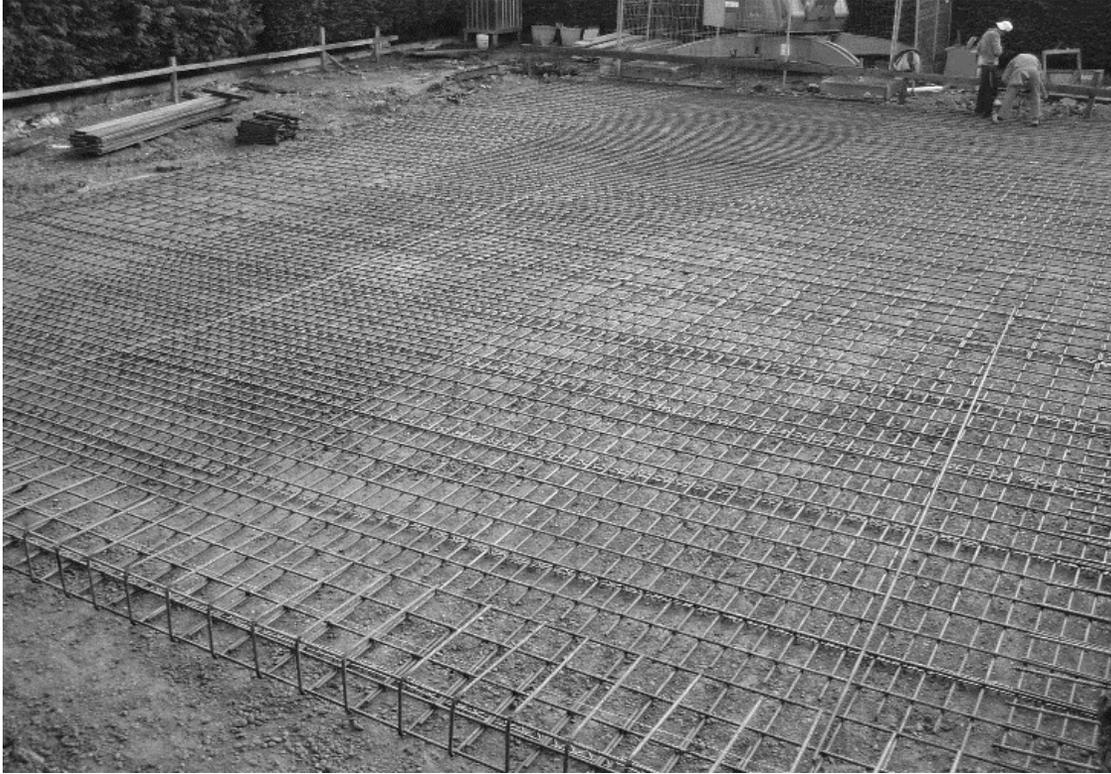
Analisi dinamica non lineare o analisi dinamica lineare equivalente

NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE



Principali componenti del telaio in c.a. in elevazione, sostenuto dagli isolatori impostati sui muri di cantina; il vano ascensore non è connesso alla platea ma sospeso agli impalcati di piano

NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE



Platea di fondazione

Muri di cantina



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

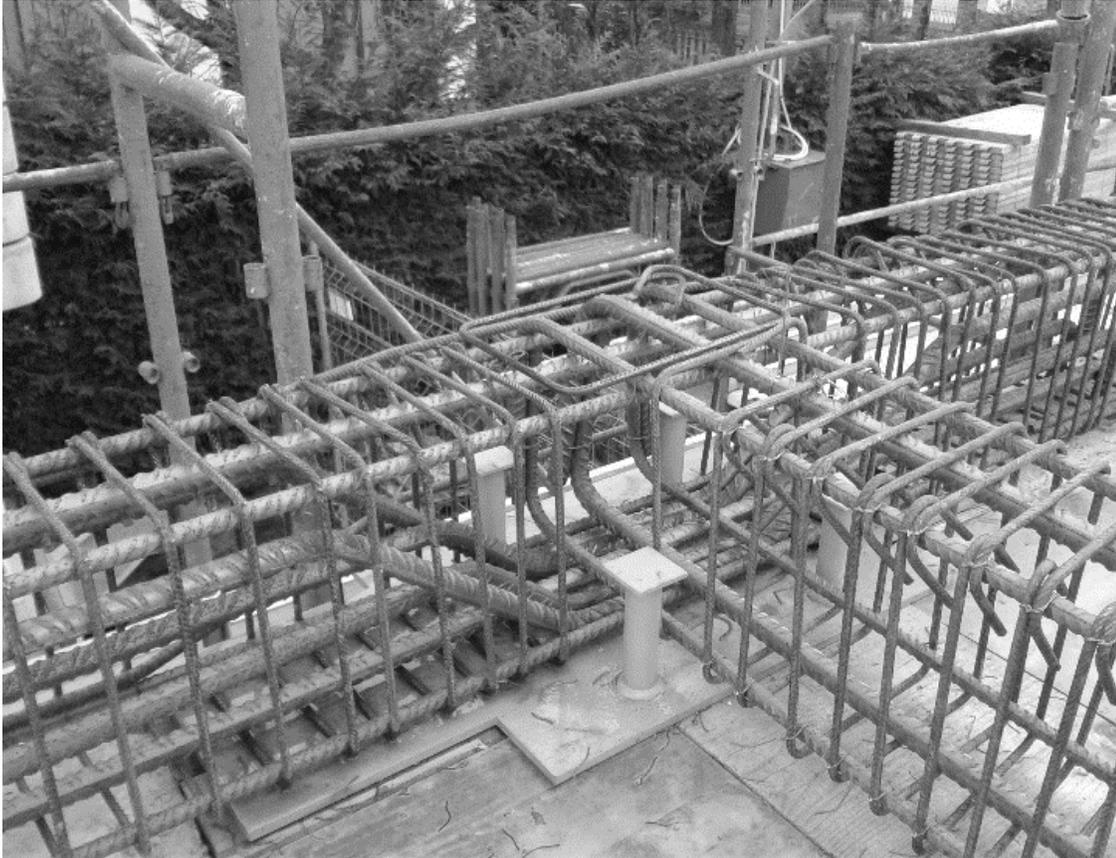


fori per l'ancoraggio degli isolatori

nicchia nei muri di cantina
per l'alloggiamento degli isolatori



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE



parte superiore degli isolatori
prima del getto della soletta del primo piano

Isolatore posizionato
tra muro di cantina e prima soletta



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE



pilastro integrato nel tamponamento collaborante

disposizione dei laterizi
per integrarsi alla larghezza dei pilastri



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE



loggia di copertura prodotta in officina e
connessa in opera

Pannelli Xlam
avvitati alle travi nervate
di copertura



NUOVO EDIFICIO SU ISOLATORI ALLA BASE

- Le tubazioni di adduzione e di scarico dispongono di tronchetti deformabili al passaggio tra primo impalcato e cantinato.
- La caldaia con i relativi collettori sono stato sospesi alla soletta del primo impalcato.
- Gli interventi strutturali hanno richiesto 12 mesi circa

Bologna 18 maggio 2017

Sismabonus ed emanazione delle linee guida per la classificazione del rischio sismico.

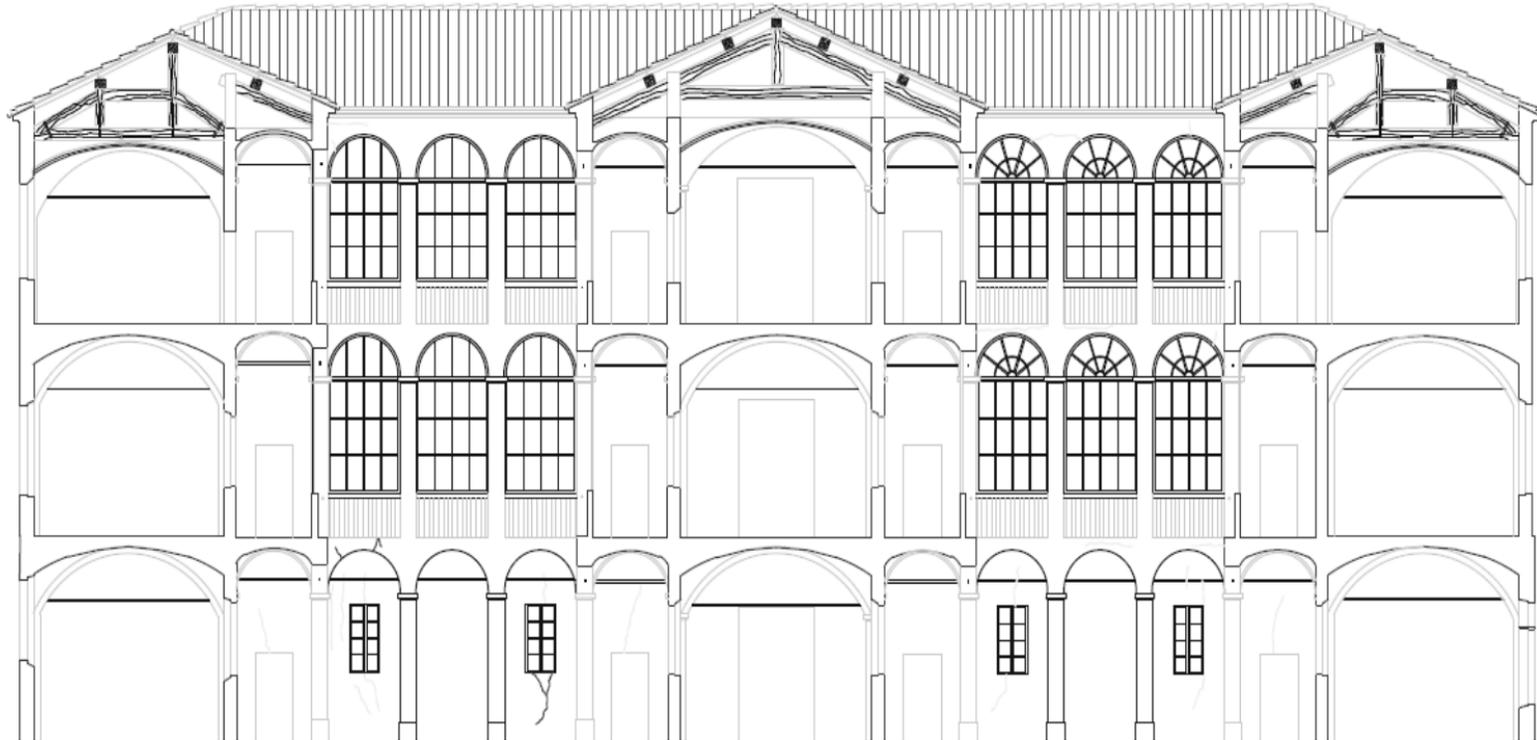
**Interventi di attenuazione del rischio,
interventi su edifici con vincolo
monumentale**

IV° caso

FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA



FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA



<input type="checkbox"/> Accelerazione al suolo	0,153g
<input type="checkbox"/> Classe d'uso	III°
<input type="checkbox"/> Categoria terreno	C

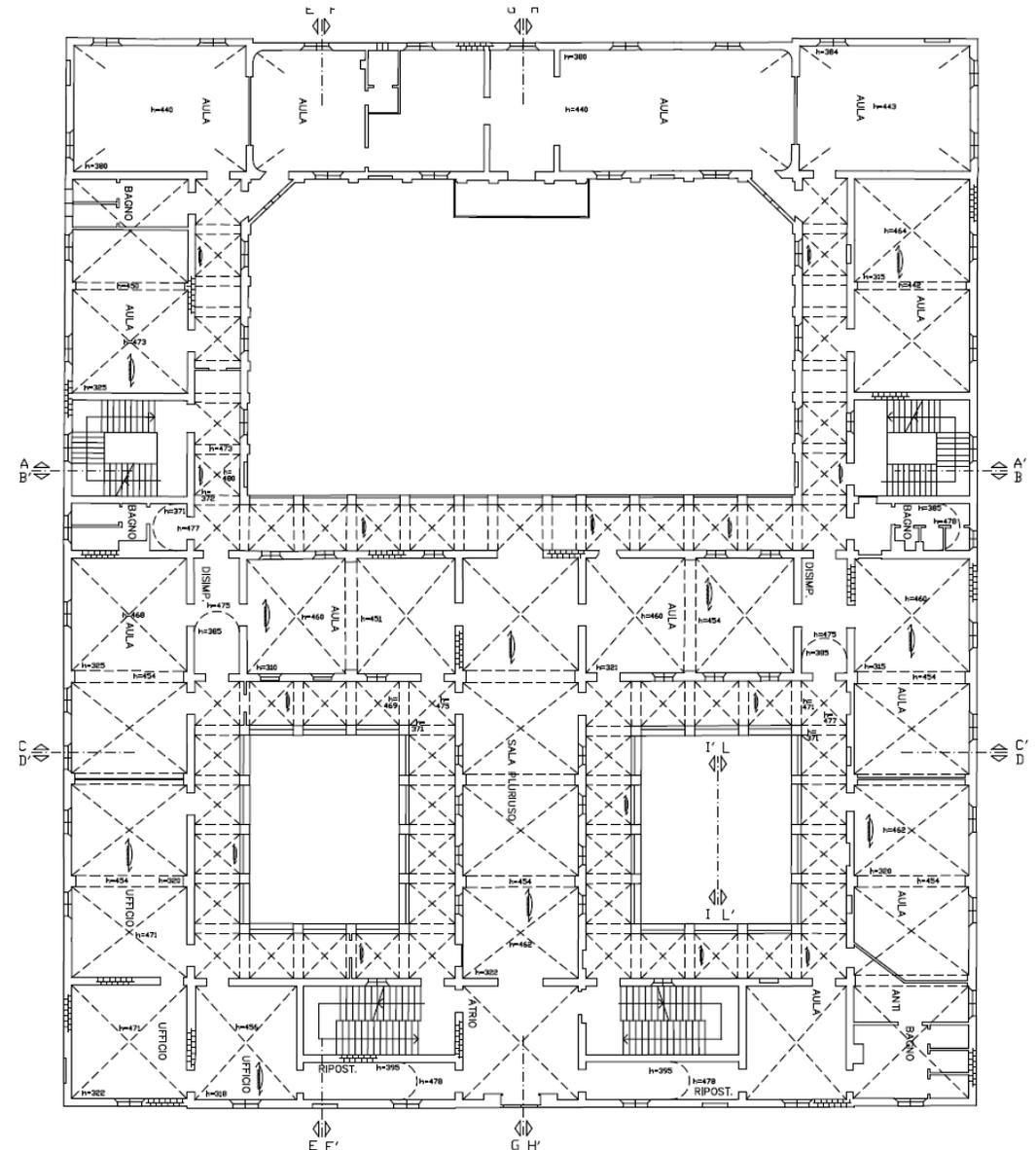
FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA

Caratteristiche e danni al fabbricato

- Regolarità della costruzione,
- numerosi accessi ai piani,
- numerose uscite su spazi aperti.
- sisma1996: fessurazioni nelle pareti e cedimento volta a crociera in corrispondenza di indebolimento delle murature perimetrali

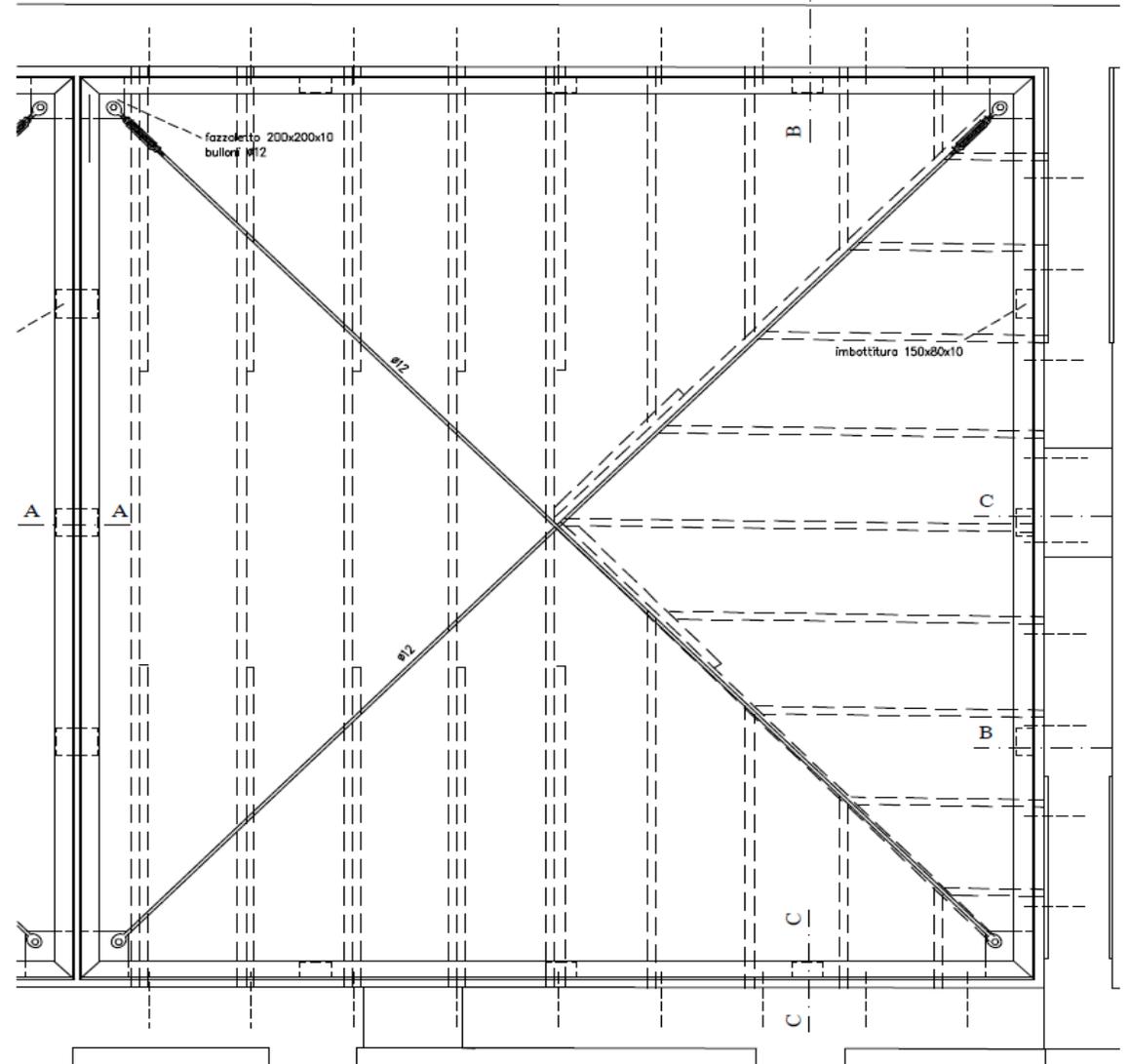
Interventi di miglioramento sismico eseguiti nell'anno 2003:

- riparazione lesioni e fessurazioni
- cerchiatura controsoffittature
- irrigidimento della copertura
- irrigidimento e connessione impalcati



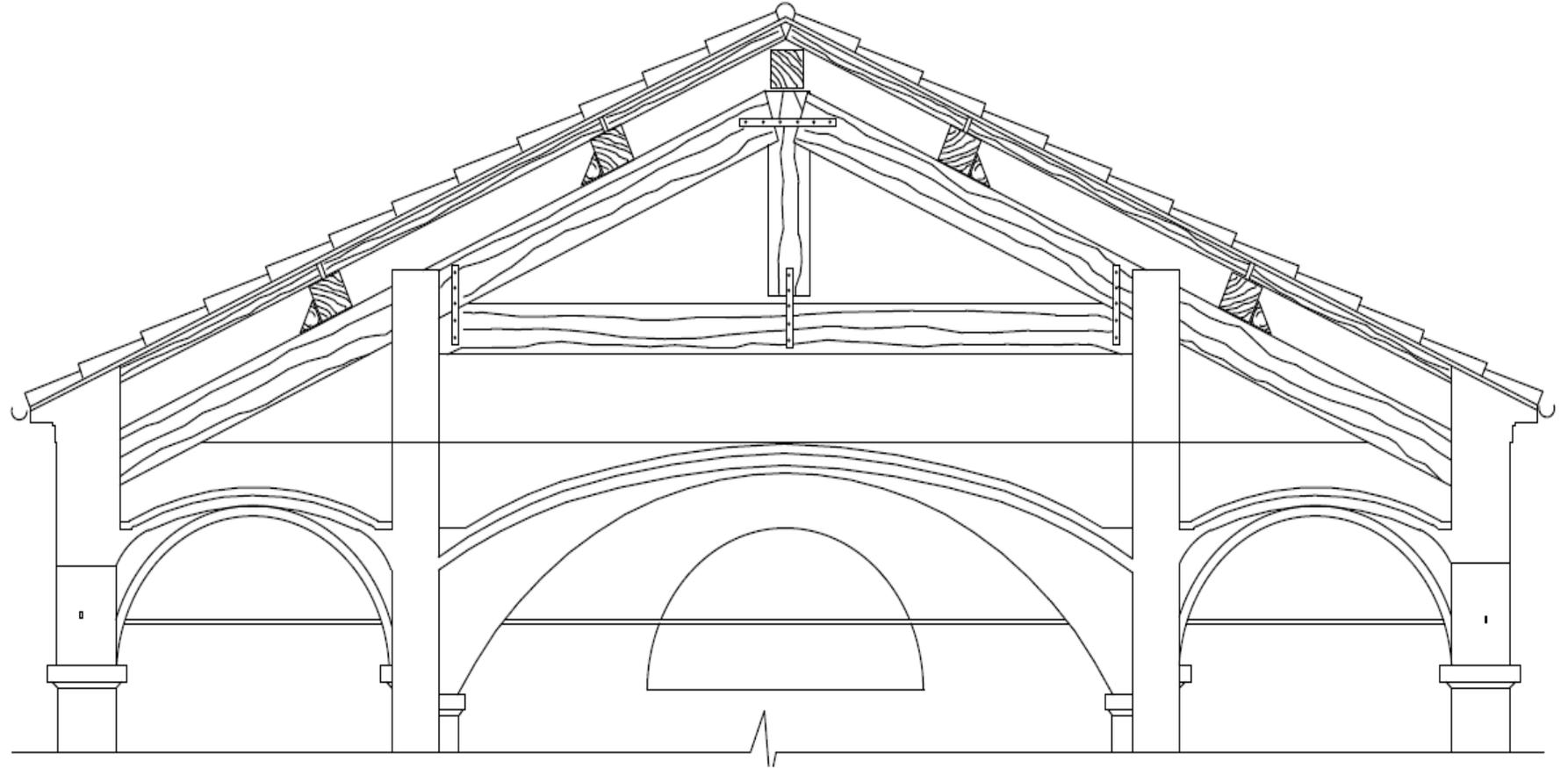
FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA

Irrigidimento nel piano del sottotetto
di controsoffitti a volta con baraccatura lignea ad
incannucciato in gesso
mediante telai metallici di controvento
connessi alle pareti laterizie perimetrali



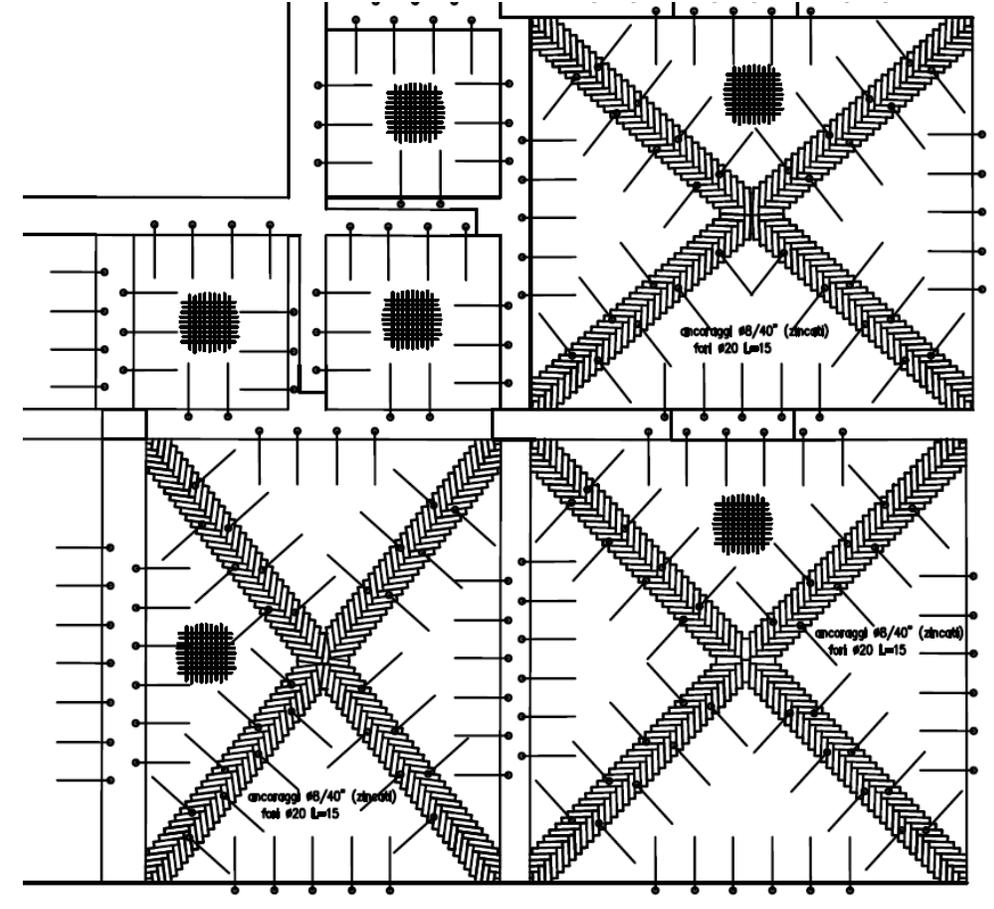
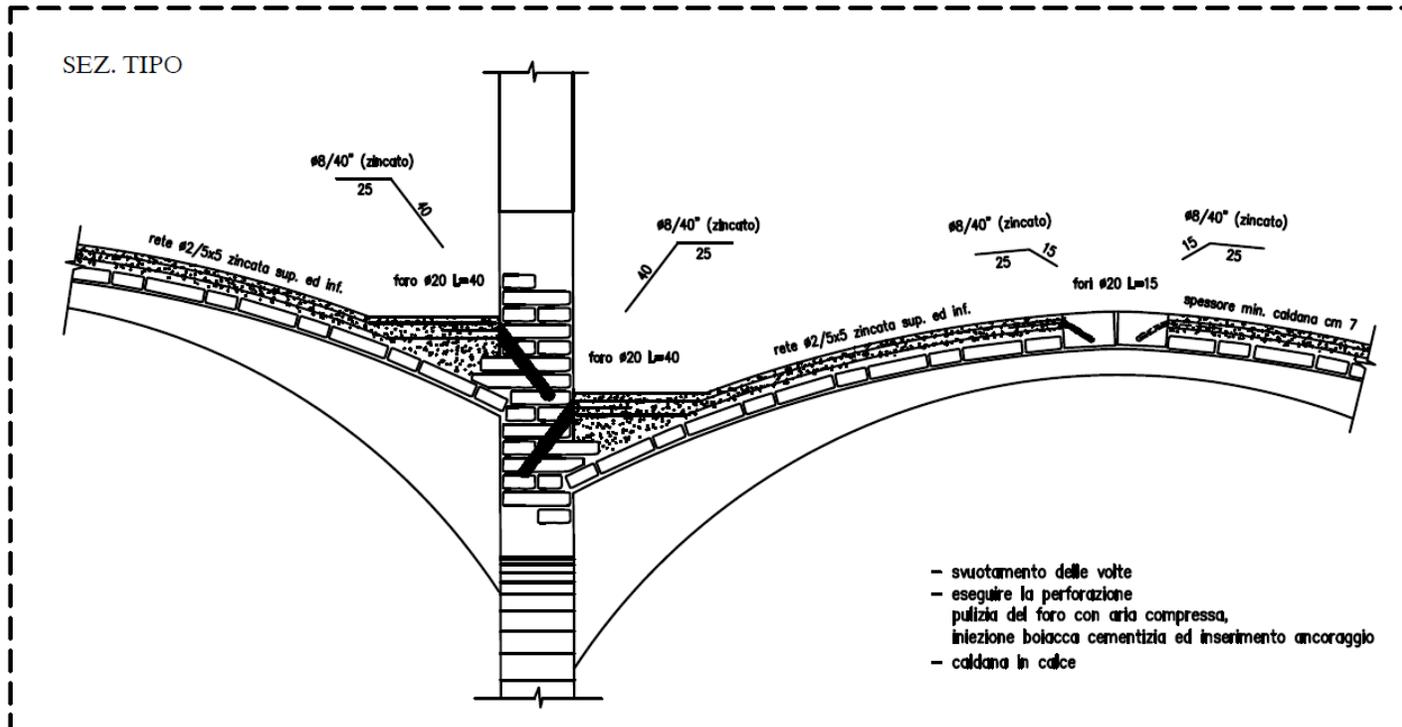
FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA

Irrigidimento ed
alleggerimento in copertura
mediante sostituzione delle
pianelle laterizie in falda con
assito ligneo e collegamenti
con reggie e gattelli nelle
capriate



FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA

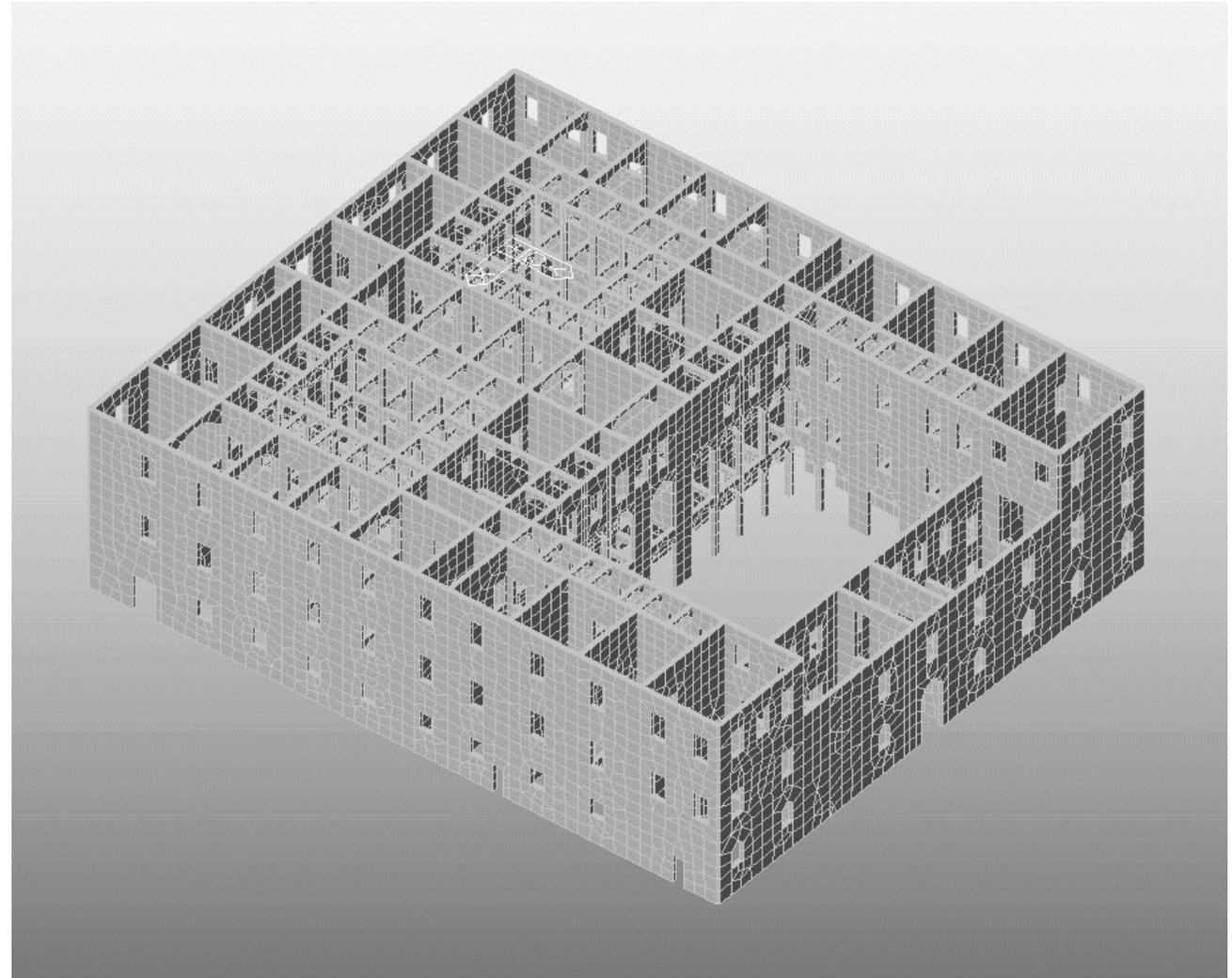
Irrigidimento di volta laterizia con cappetta in calce connessa alle pareti perimetrali



FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA

Modellazione F.E.M.:

- ❑ pareti con elementi bidimensionali con parziale rigidezza fuori piano,
- ❑ pareti incastrate alla base
- ❑ impalcati rigidi per singoli campi.



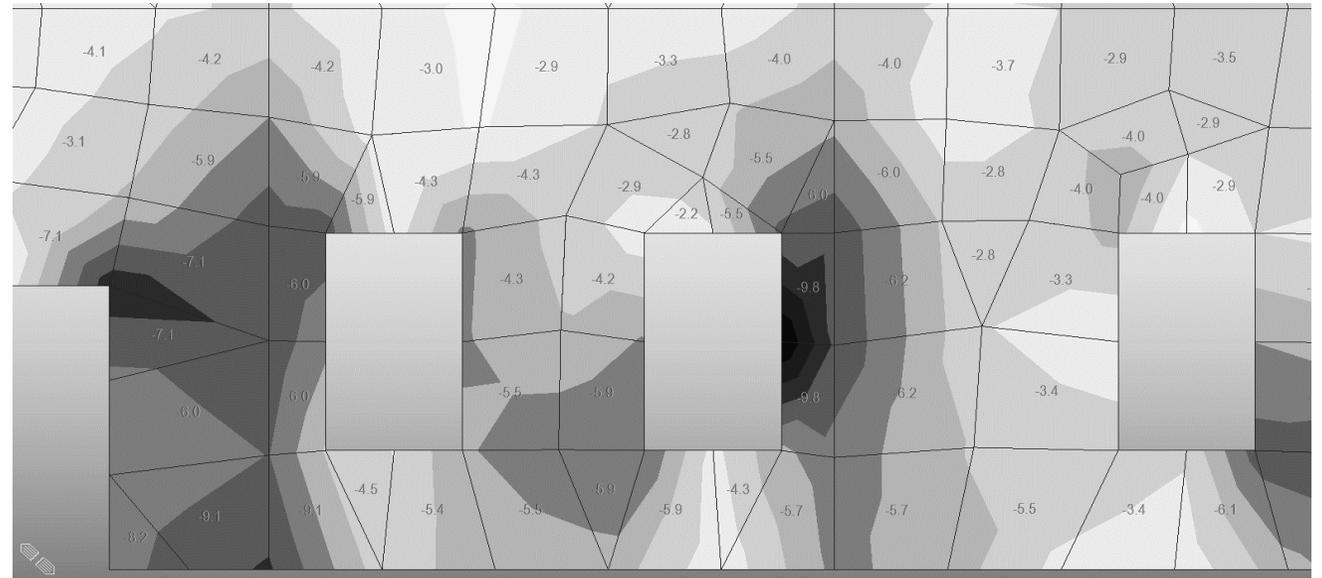
FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA

Riscontri manuali al calcolo:

- ❑ *Periodo proprio*
 $T = 0,05 \times H^3/4 = 0,05 \times 14,4^3/4 = 0,37 \text{ s}$
- ❑ *pseudoaccelerazione derivata dallo spettro di progetto della località per SLV, per terreno C e $q=2,25$, $0,26 \text{ g}$*
- ❑ *tensione di compressione in una striscia unitaria di parete, per la comb. statica allo SLU, $19077/3200 = 5,96 \text{ daN/cm}^2$*

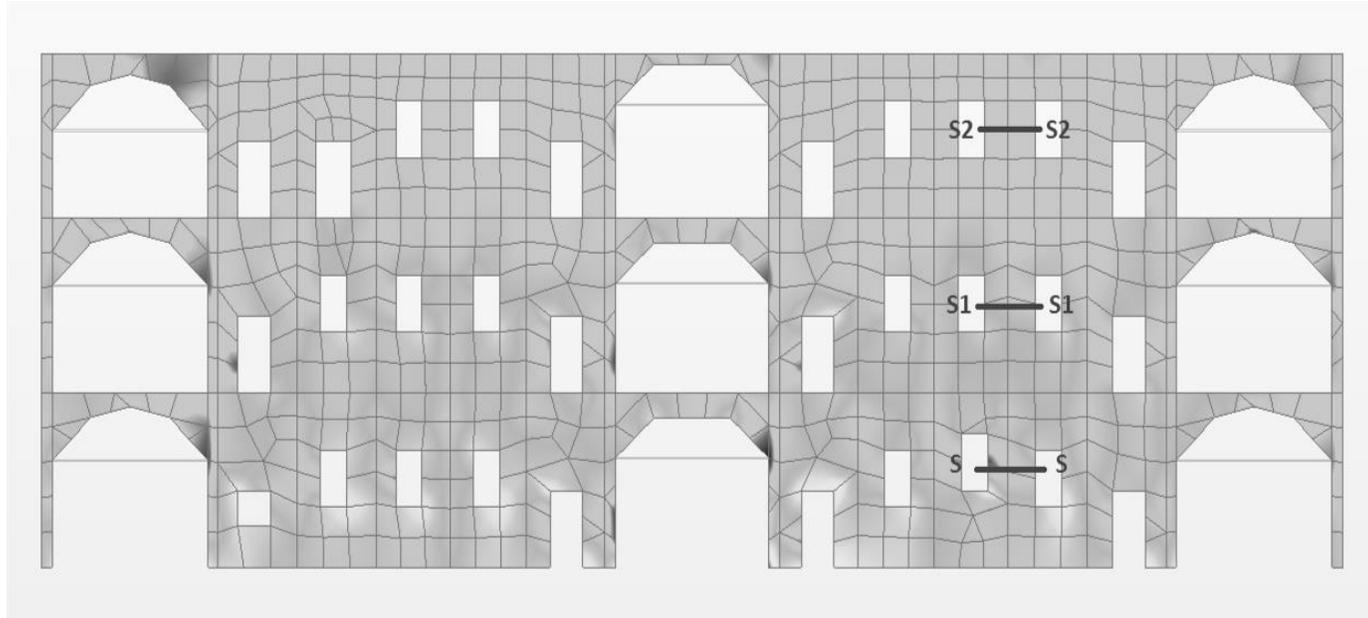
Risultati da analisi modale:

- ❑ *sommatoria delle reazioni vincolari per una comb. di carico sismica allo SLV*
- | | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| $F_X \text{ (kgf)}$ | $F_Y \text{ (kgf)}$ | $F_Z \text{ (kgf)}$ |
| 1.426.000 | 538.500 | 6.688.000 |
| $(F_X^2 + F_Y^2)^{1/2} / F_Z = 0,23$ | | |



Periodi misurati con accelerometri attivati da microtremori		T(sec) modo est/ovest	T(sec) modo nord/sud
primo piano	rilevazione 1	0.30	0.23
	" 2	0.27	0.18
	" 3	0.26	0.17
	" 4	0.24	0.22
secondo piano	" 1	0.21	0.23
	" 2	0.20	0.19
	" 3	0.18	0.18
	" 4	0.18	0.30
	Tmed	0.23	0.21
	Da analisi modale	0.25	0.23

FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA



Allineamenti più sollecitati

Verifiche di capacità:

- A pressoflessione
- A scorrimento
- A fessurazione diagonale

Integrazione delle sollecitazioni
secondo sezioni dei maschi murari

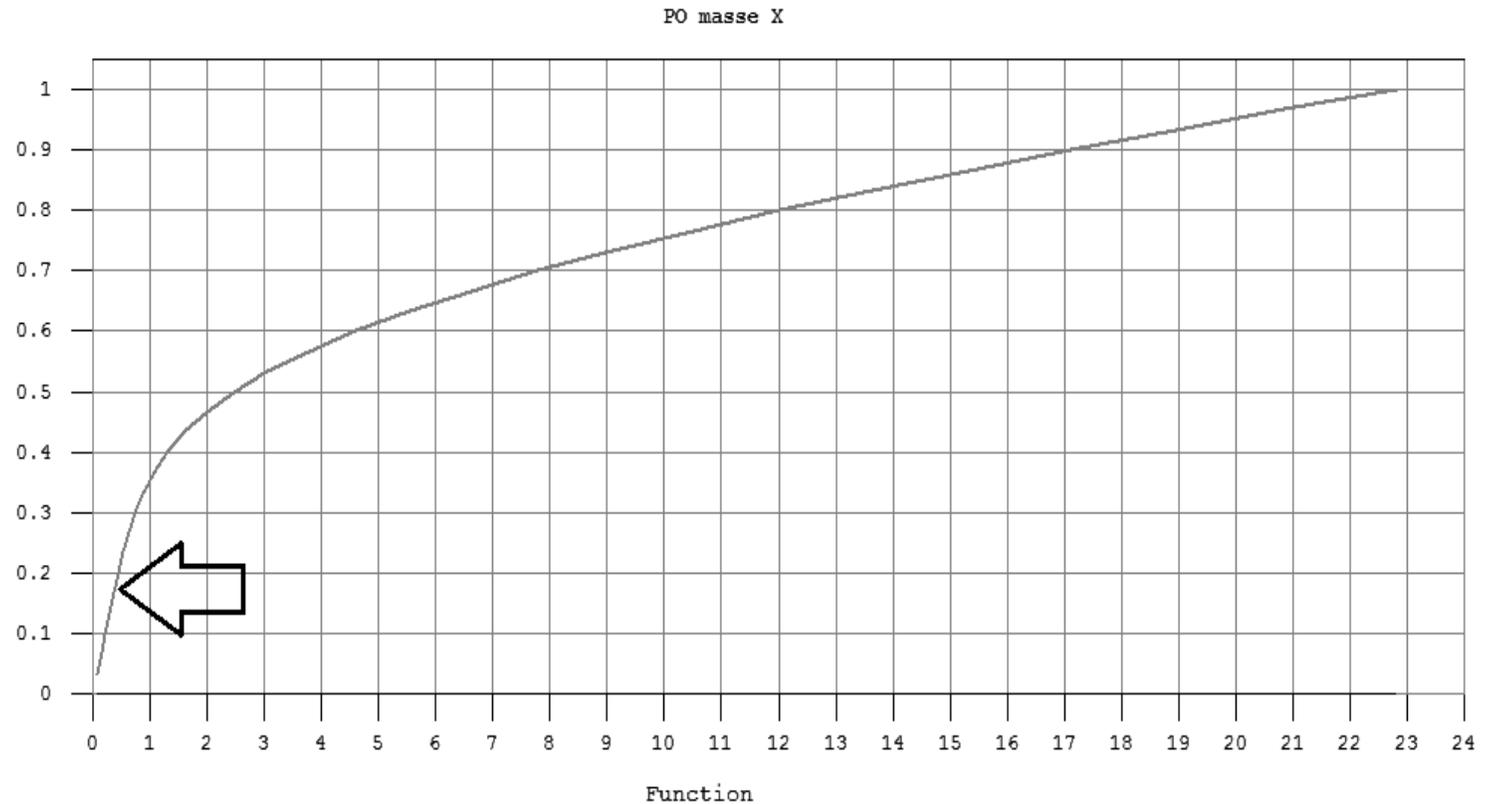
EDIFICI ESISTENTI		Verifiche pressoflessione		Verifiche a taglio	
N SETTO		Med nel piano	650000.00	Ved scorrimento	23500.00
		Mu nel piano	1731512.61	Vt scorrimento	19045.00
		Fattore di sicurezza [FS]	2.66	Fattore di sicurezza [FS]	0.81
GEOMETRIA	[cm]				
h	490	Med fuori piano	23200.00	Ved diagonale	23500.00
l	150	Mu fuori piano	404019.61	Vt diagonale	14986.08
t	35	Fattore di sicurezza [FS]	17.41	Fattore di sicurezza [FS]	0.64

FABBRICATO SCOLASTICO STORICO IN MURATURA

Analisi statica non lineare

Possibili riscontri:

- Punto corrispondente all'acc.media nell'analisi dinamica lineare*
- Risorse complessive della costruzione*



Bologna 18 maggio 2017

Sismabonus ed emanazione delle linee guida per la classificazione del rischio sismico.

**Interventi di attenuazione del rischio,
interventi su edifici con vincolo
monumentale**

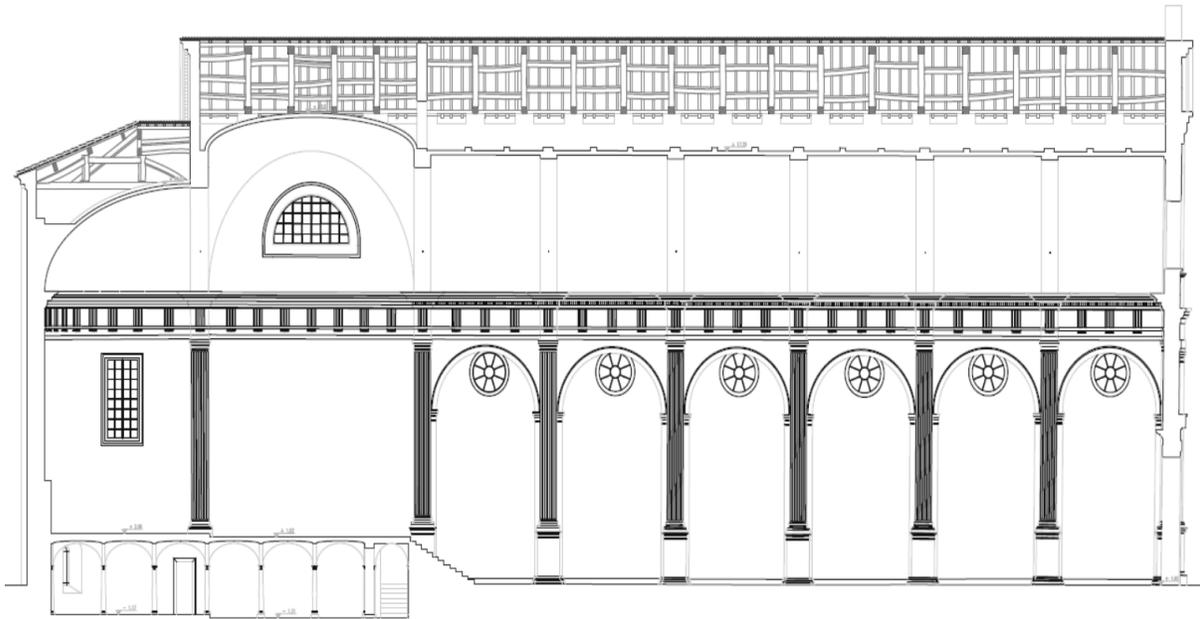
V° caso

CHIESA STORICA IN MURATURA

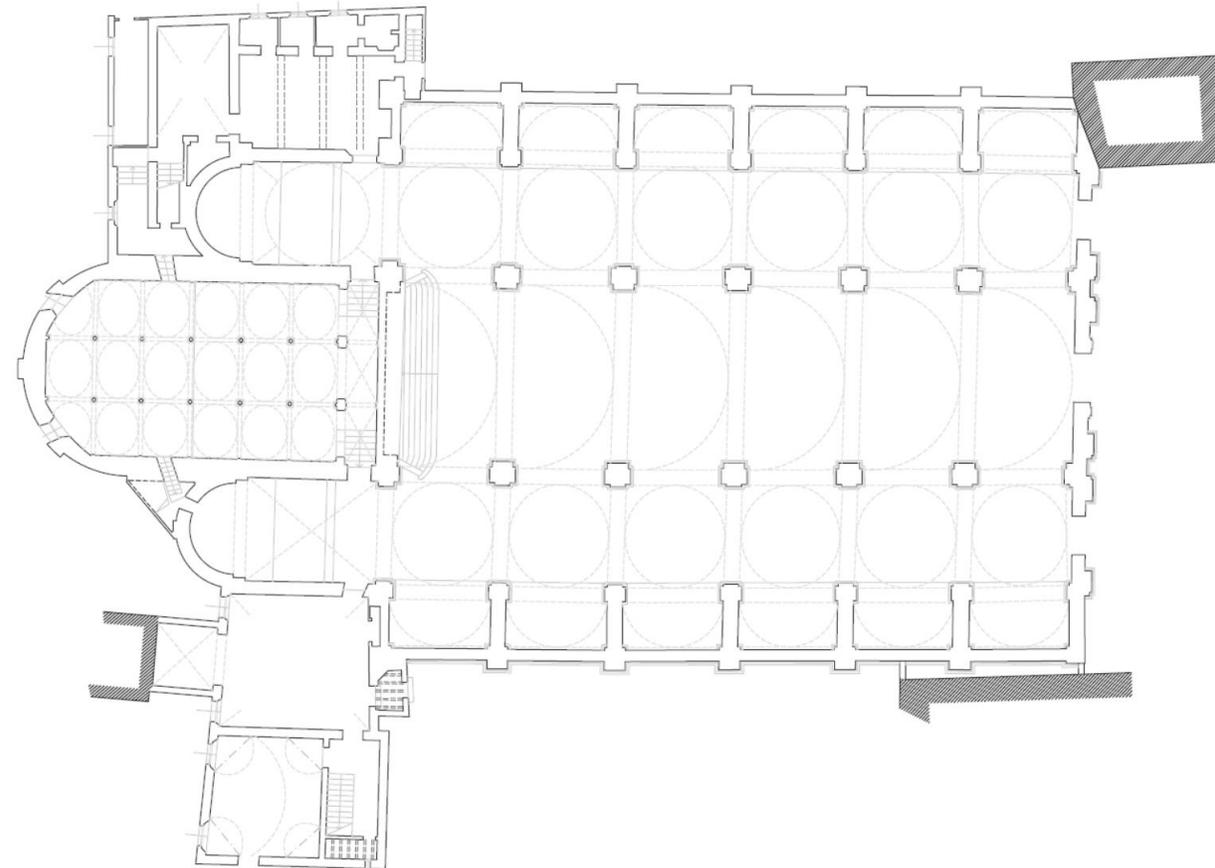


Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA



Edificio con danneggiamento ripetuto e noto all'azione dei sismi del 1987-1996/2000-2012



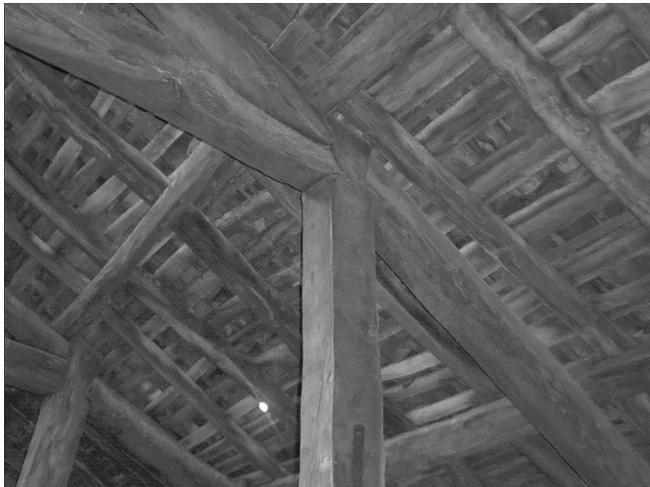
Danni riportati:

- lesioni di volte ed archi tra navate e presbiterio,*
- fessurazioni diagonali delle cupolette navate laterali e pareti delle cappelle laterali,*
- deformazioni delle coperture,*
- Lesioni alle pareti dell'abside*

Bologna 18 maggio 2017

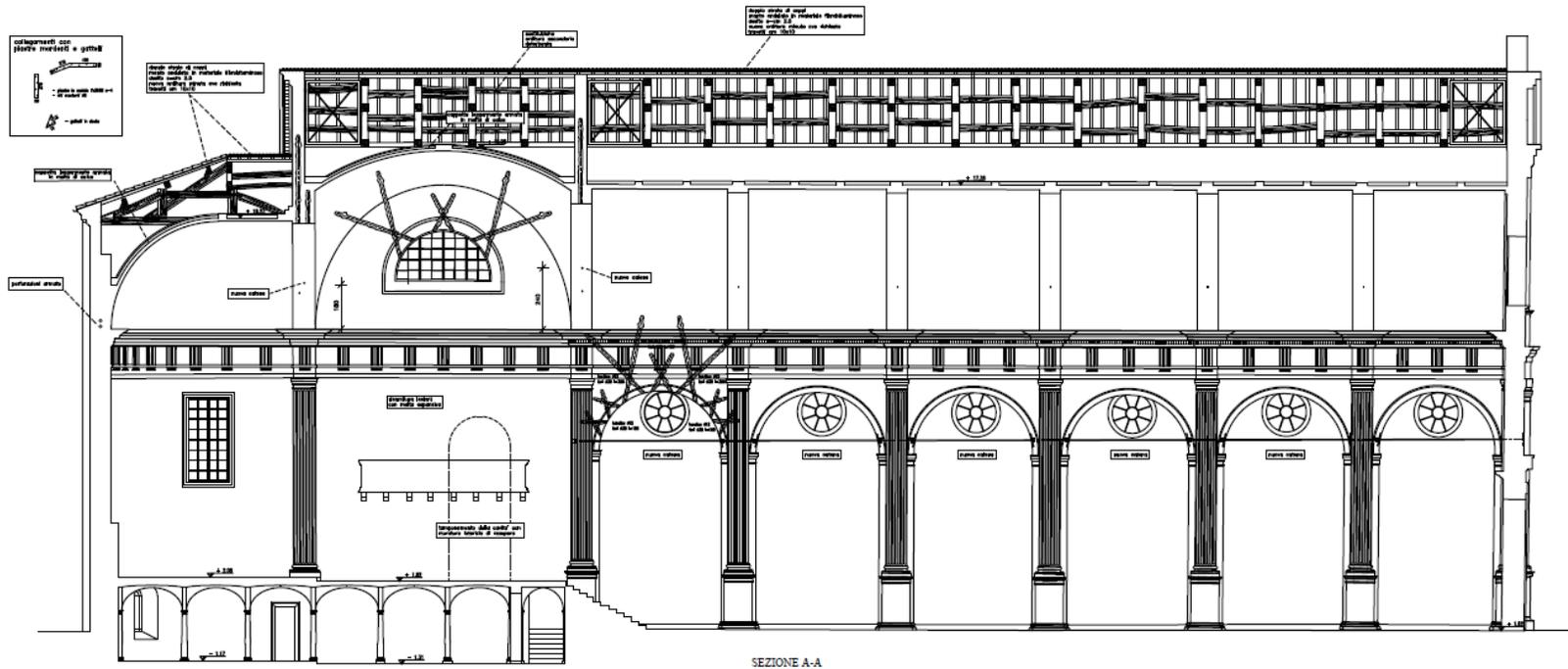
CHIESA STORICA IN MURATURA

Interventi nell'anno 2000: coperture (assito, sostituzione orditura minura, connessioni orditura principale), volte (irrigidimento ed inserimento catene), abside (riparazione lesioni), pareti esterne (scarnitura e ristilatura delle fughe)

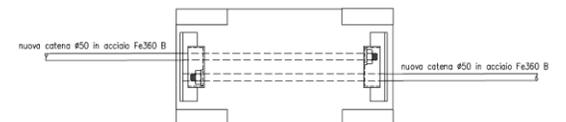
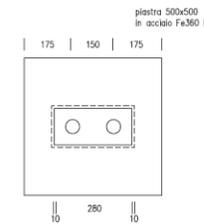
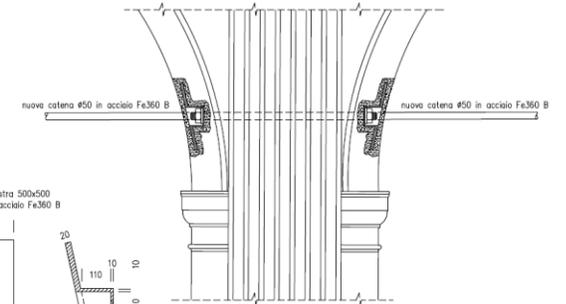
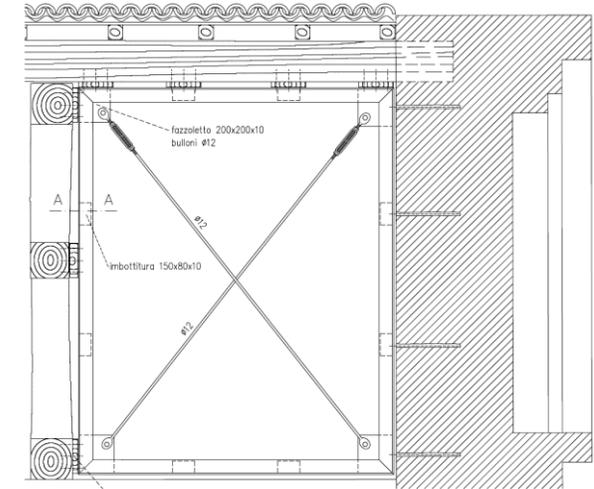


Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA

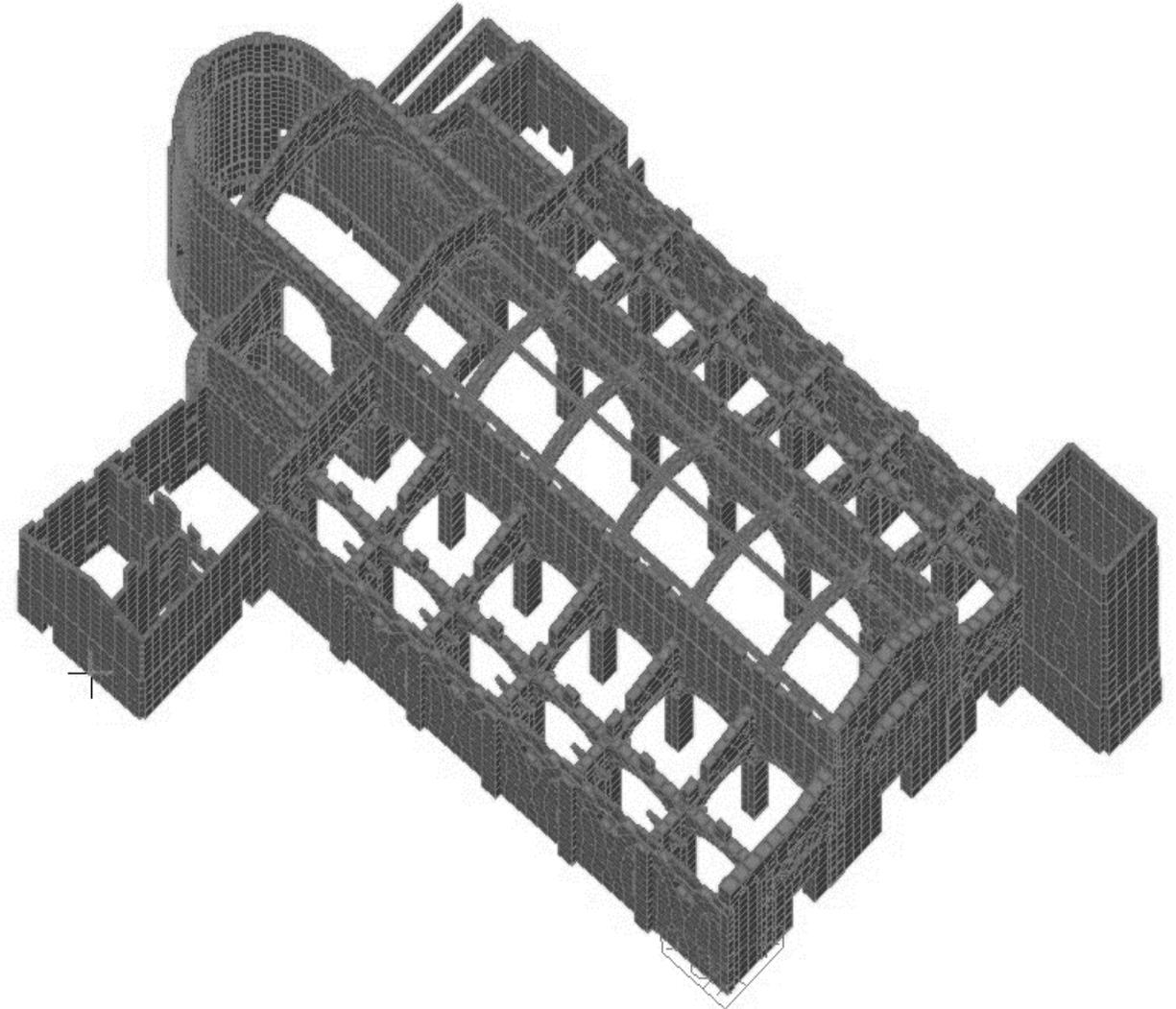


Interventi in copertura e sugli archi delle navate



Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA

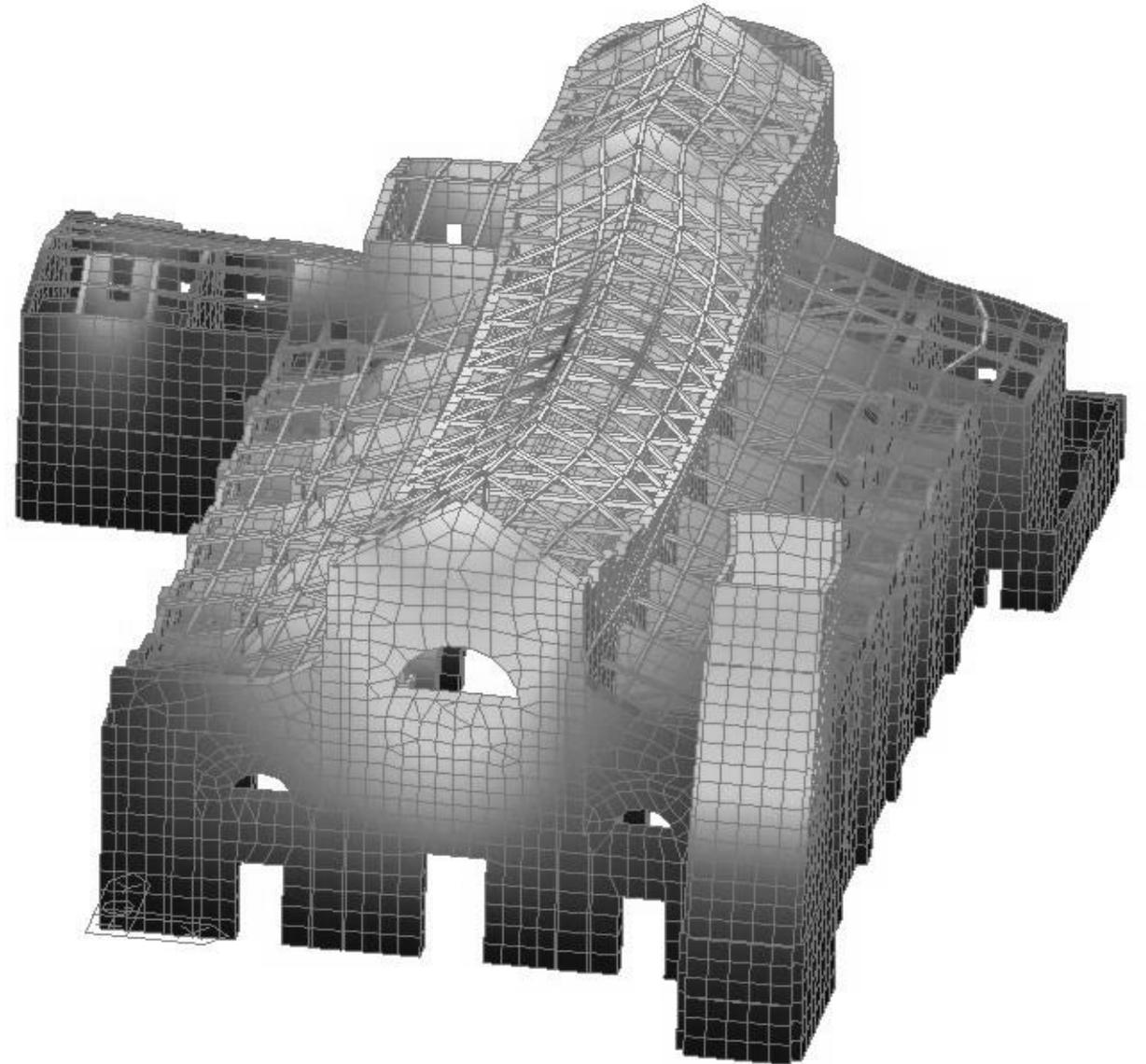


Modellazione utile al riconoscimento del comportamento globale della costruzione

Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA

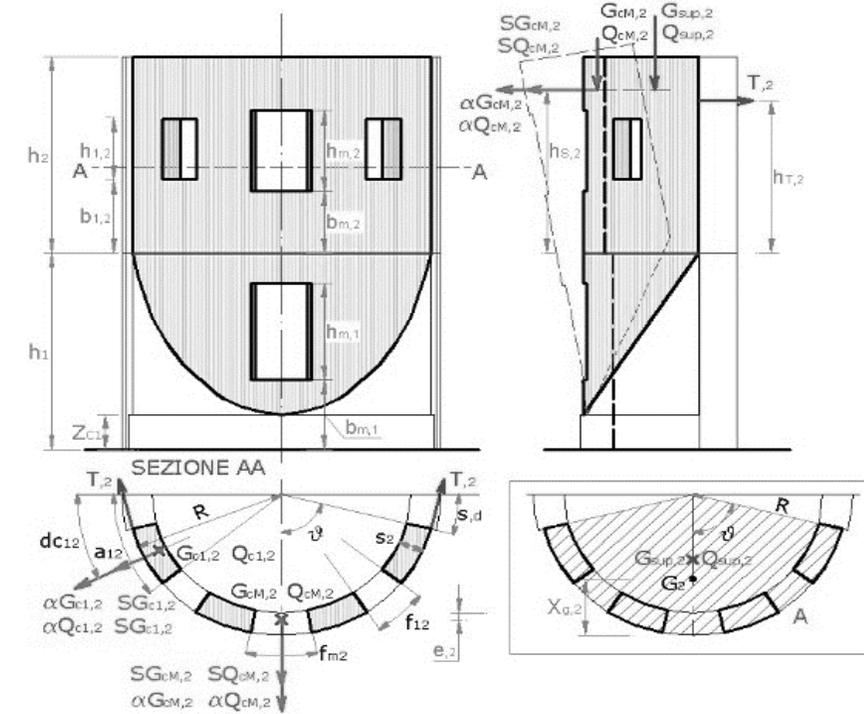
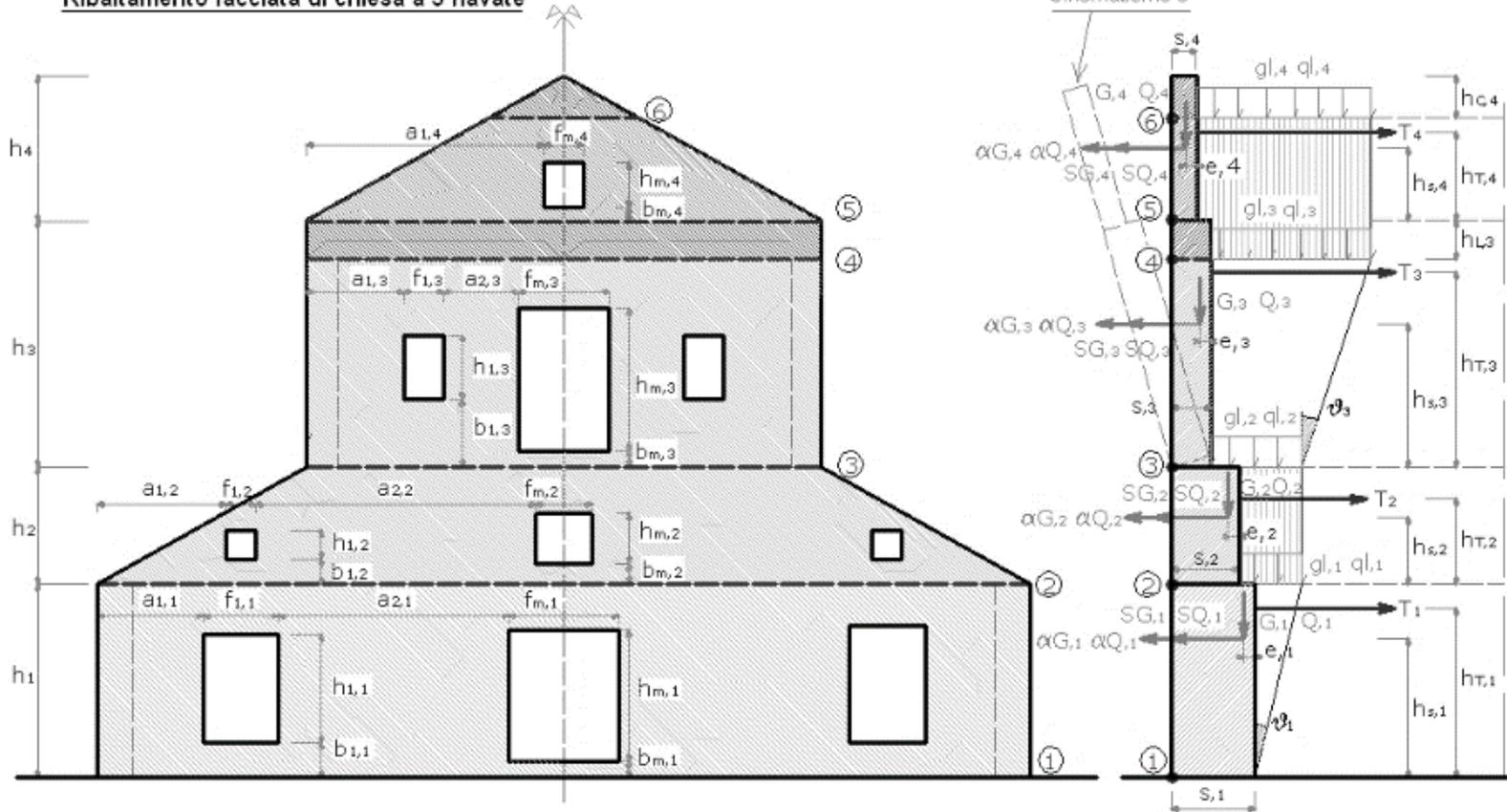
Restituzione della configurazione deformata utile alla comprensione del comportamento del fabbricato sottoposto al sisma ed all'individuazione delle zone d'intervento. (previo riconoscimento della coerenza tra le zone critiche evidenziate dal modello ed il quadro fessurativo presente)



Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA

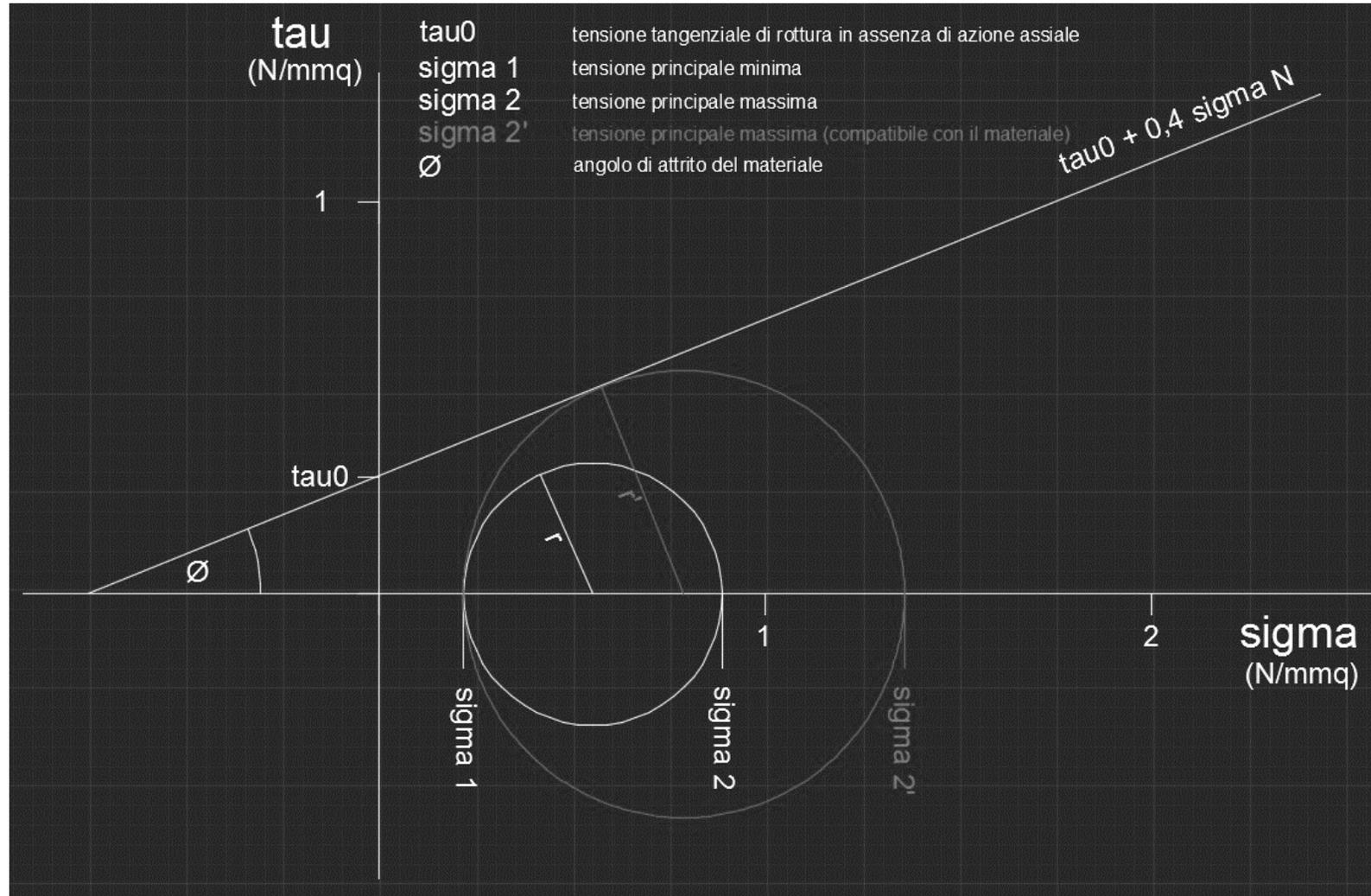
Ribaltamento facciata di chiesa a 3 navate



Determinazione dell'**INDICE DI SICUREZZA** al ribaltamento per parti della costruzione

Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA



Determinazione dell'**INDICE DI SICUREZZA** per capacità nel piano di parti della costruzione:

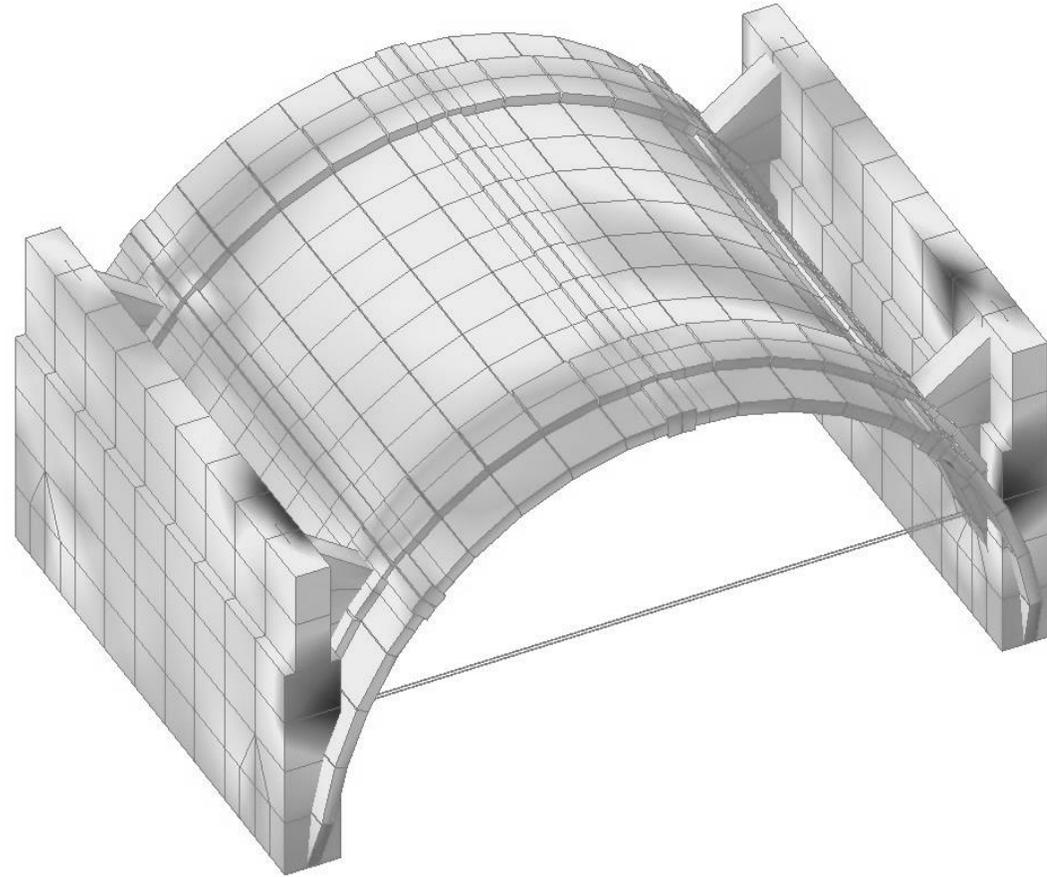
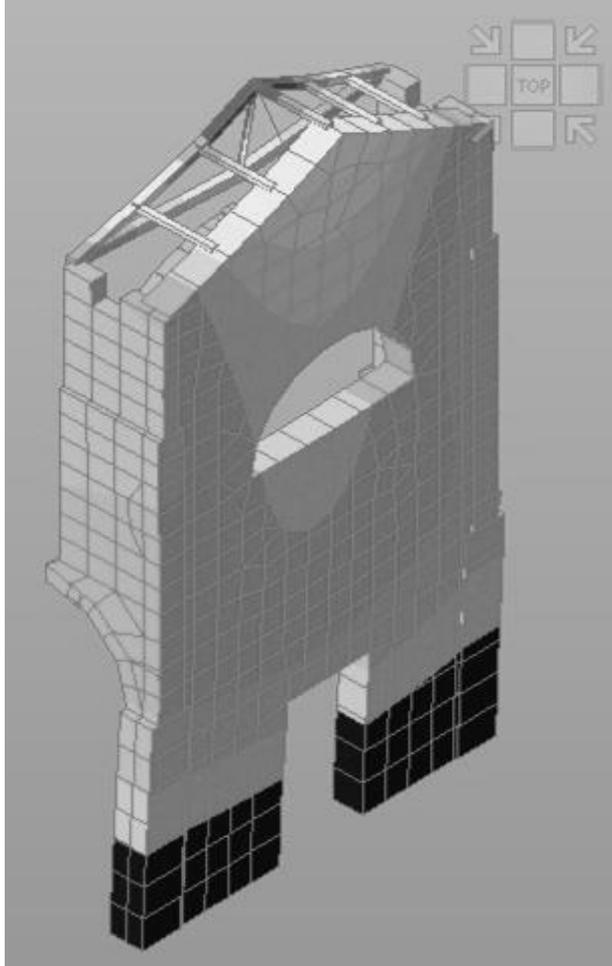
*nella rappresentazione di **MOHR***

r' = raggio della circonferenza rappresentante la massima capacità del materiale

r = raggio della circonferenza rappresentante lo stato tensionale conseguente alle azioni normative

Bologna 18 maggio 2017

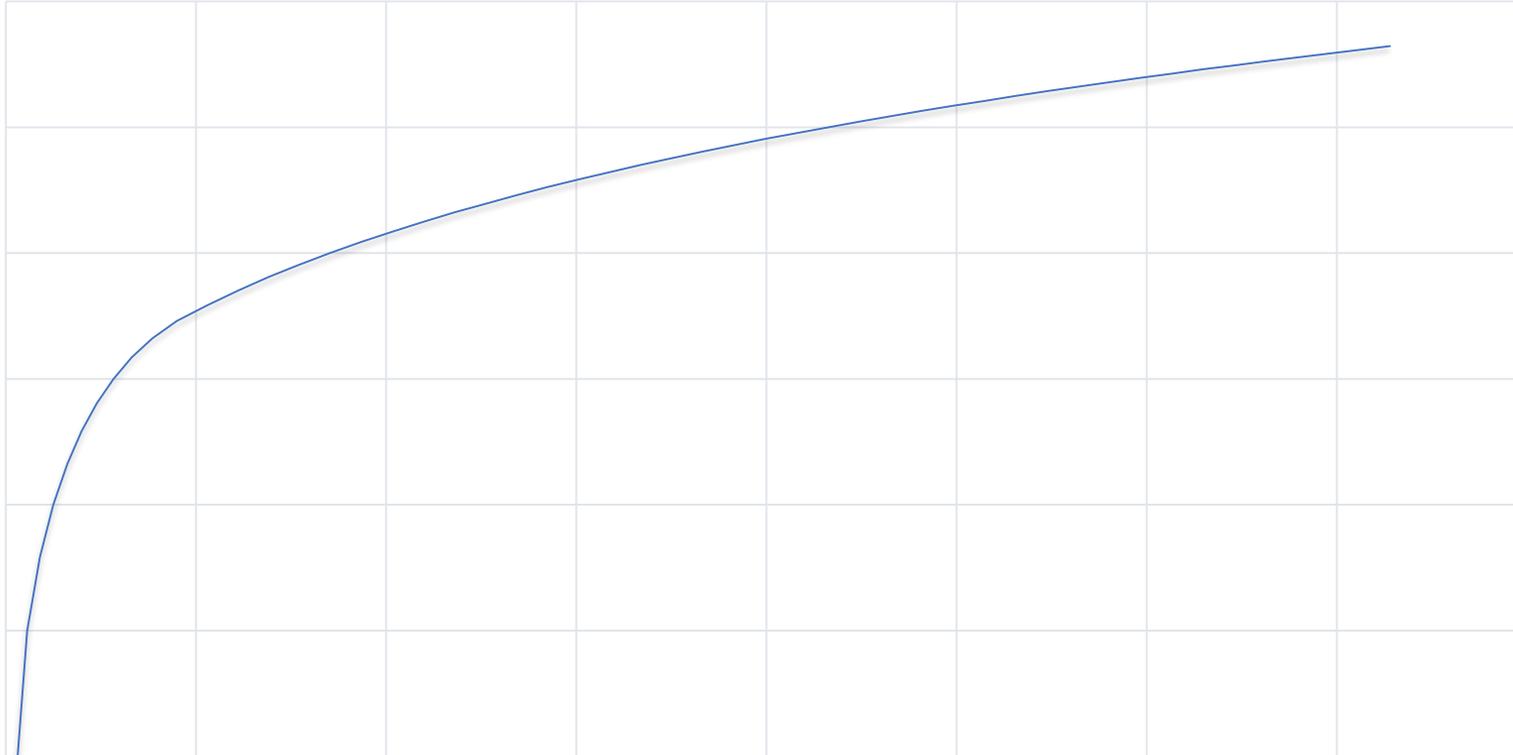
CHIESA STORICA IN MURATURA



Dall'*analisi dinamica lineare* ottenimento delle indicazioni su tensioni nelle varie parti della costruzione

Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA



Dall'**analisi statica non lineare**:

- ottenimento delle indicazioni sulla soglia del comportamento plastico della costruzione*
- attribuzione ai vari punti della curva di specifiche pseudo-accelerazioni e relative accelerazioni al suolo*

Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA

Evidenziazione delle zone con superamento dei valori tensionali ritenuti compatibili



Dall'impiego dell'**analisi statica non lineare** ottenimento di indicazioni su:

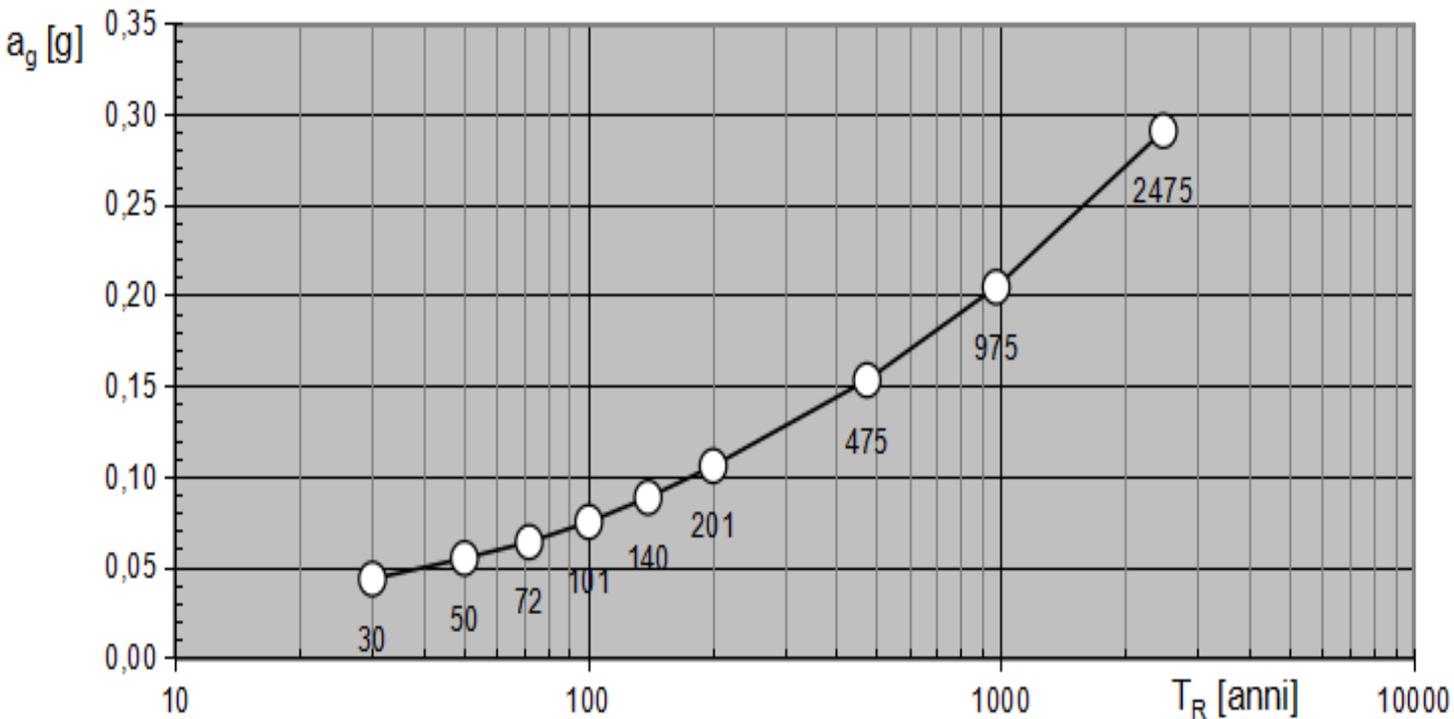
- ❑ *soglia del danneggiamento plastico della costruzione e delle relative pseudo-accelerazioni di attivazione,*
- ❑ *Progressione e posizionamento, ai vari passi di carico, nel tratto globalmente elastico o plastico del comportamento della costruzione*



Bologna 18 maggio 2017

CHIESA STORICA IN MURATURA

Curva di correlazione tra
accelerazione a_g al suolo e
tempi di ritorno T_r



Dall'impiego dell'**analisi statica non lineare** ottenimento di indicazioni su:

- soglia del danneggiamento plastico della costruzione e delle relative pseudo-accelerazioni di attivazione,
- progressione e posizionamento, ai vari passi di carico, nel tratto globalmente elastico o plastico del comportamento della costruzione
- derivazione del valore di accelerazione al suolo e dei tempi di ritorno dell'evento
- indicazioni per le urgenze e priorità d'intervento