



COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

PROGETTO ESECUTIVO

MIGLIORAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO SEDE DELLA PRIMARIA ARDIGO' E SECONDARIA DI PRIMO GRADO MAMELI SITO IN VIA AGNUSDEI 17-19

IMPORTO COMPLESSIVO: € 736.900.00

N° Progetto Nome file Data 31.01.2019 agg. 13.03.2019	CUP H99F18000510001 LLPP EDP 2018/139	Elaborato PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURALE RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURALE DI MIGLIORAMENTO SISMICO	
Progettista	Rup	Capo Settore	
Ing. Mario Fiscon	Geom. Renato Gallo		

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	DESCRIZIONE DEL FABBRICATO	1
3.	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO	3
3.1.	Normativa di riferimento.....	3
3.2.	Documentazione tecnica di riferimento	4
4.	MATERIALI	5
4.1.	Caratteristiche dei materiali delle strutture esistenti.....	5
4.2.	Caratteristiche dei materiali delle nuove strutture.....	5
5.	METODO DI CALCOLO.....	8
6.	CONOSCENZA.....	11
6.1.	Analisi storico critica e della documentazione dell'edificio	11
6.2.	Sopralluoghi e rilievo degli edifici	12
6.3.	Rilievo e verifica dei dettagli costruttivi	13
6.4.	Identificazione dei materiali e delle loro caratteristiche meccaniche	14
7.	ANALISI DEI CARICHI	16
8.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA – STATO DI FATTO DI RIFERIMENTO	18
8.1.	Verifica globale – CORPO A.....	18
8.1.1.	Dati di input	19
8.1.2.	Verifiche	27
8.2.	Verifica globale – CORPO B	33
8.2.1.	Dati di input	33
8.2.2.	Verifiche	42
8.3.	Verifiche locali	48
9.	INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO	51
9.1.	Intervento A.....	52
9.1.1.	Calcolo dei piedritti.....	54

9.1.2.	Calcolo dell'architrave e dei giunti	55
9.2.	Intervento B	59
9.3.	Intervento E	61
9.4.	Intervento F	67
10.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA – STATO DI PROGETTO	68
10.1.	Verifica globale – CORPO A	69
10.1.1.	Dati di input	69
10.1.2.	Verifiche	69
10.2.	Verifica globale – CORPO B	76
10.2.1.	Dati di input	76
10.2.2.	Verifiche	76
10.3.	Verifiche locali	83
11.	CONCLUSIONI	85

1. PREMESSA

La presente Relazione di calcolo riguarda lo studio e la progettazione esecutiva strutturale degli interventi di Miglioramento Sismico dell'edificio scolastico sede della Scuola Primaria Ardigò e della Scuola Secondaria di primo grado Mameli, sito nel Comune di Padova in via Agnusdei 17-19, in zona sismica 4.

Nella presente progettazione si fa riferimento allo stato di fatto dei luoghi tenendo conto degli interventi già previsti nell'ambito della progettazione di consolidamento statico in atti effettuata dall'Ing. Alessandro Gasparini nel mese di Dicembre 2017.

Si fa pertanto riferimento a tale studio già effettuato, anche per quanto riguarda il percorso della Conoscenza delle strutture esistenti, come riportato di seguito al capitolo 6 della presente Relazione.

Per maggior chiarezza e completezza, infine, si rimanda alle Tavole grafiche allegate.

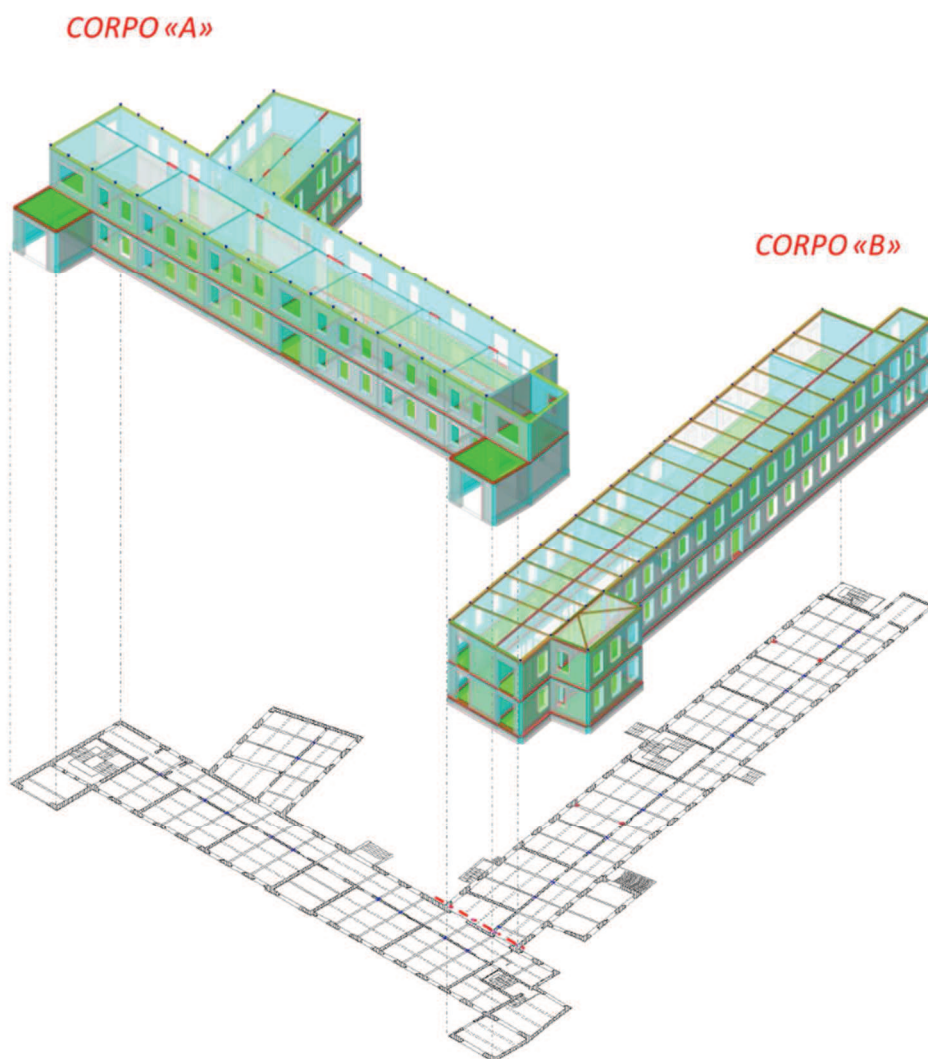
2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO

Il complesso edilizio in esame, a due piani fuori terra e un piano seminterrato, ha pianta conformata a L ed è stato realizzato in due diverse fasi costruttive: una prima fase risalente agli anni 1907-1910, ed una seconda fase in ampliamento risalente agli anni 1913-1918 costruita a ridosso della porzione preesistente, senza un vero e proprio giunto sismico.

L'intero fabbricato presenta struttura portante di elevazione verticale in muratura di mattoni pieni, di diverso spessore ai vari piani, solai agibili in c.a. costituiti da una doppia orditura di travi ribassate e da una soletta di spessore 10cm, e una copertura a falde costituita da capriate lignee, sovrastante orditura di terzere lignee e, a seguito degli interventi di consolidamento statico previsti, da doppio tavolato incrociato a sostegno del pacchetto di copertura.

Nel corso degli interventi di consolidamento statico, inoltre, si prevede l'adeguamento statico dei solai agibili, mediante rinforzo delle orditure di travi in c.a. con profili metallici idoneamente interconnessi alle stesse, oltre alla messa in sicurezza di tutta la copertura lignea, mediante inserimento di nuove terzere nelle campate di luce maggiore e alla messa in opera del doppio tavolato ligneo in sostituzione dei morali e delle tavelle presenti.

In relazione alla conformazione del fabbricato, alla sua estensione e a quanto riportato sopra in merito alla progettazione in atti dell'Ing. Gasparini, si prevede di realizzare un nuovo giunto sismico in modo da ottenere due fabbricati indipendenti con una geometria più regolare e di conseguenza effettuare uno studio globale più attendibile, minimizzando anche gli interventi necessari per migliorarne il comportamento nei confronti delle azioni orizzontali dovute al sisma.



modello tridimensionale del complesso edilizio e individuazione dei due corpi di fabbrica separati dal nuovo giunto sismico

SismiCAD 12.13

Nelle pagine seguenti si riportano lo studio e le verifiche di ciascuno dei due corpi che costituiscono il complesso in esame. Il nuovo giunto sismico viene dimensionato, secondo quanto riportato in normativa, per evitare possibili fenomeni di martellamento tra i due corpi adiacenti in caso di sisma.

3. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO

3.1. Normativa di riferimento

D.M. 17.01.2018

Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare 2 Febbraio 2009 n.617

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 09.02.2011

Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. del 14.01.2018

Regolamento UE n.305 del 09.03.2011

Regolamento delegato UE n.574 del 21.02.2014

UNI EN 1090-1:2012

Versione ufficiale della norma europea EN 1090-2:2009+A1, Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components

UNI EN 1090-2:2011

Versione ufficiale della norma europea EN 1090-2:2008+A1, Part 2: Technical requirements for steel structures

UNI EN 1993-1-1:2005

Eurocodice 3 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1993-1-8:2005

Eurocodice 3 - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti

3.2. Documentazione tecnica di riferimento

Nella presente progettazione di miglioramento sismico del complesso edilizio in esame, si fa riferimento alla seguente documentazione in atti redatta dall'Ing. Alessandro Gasparini nel mese di Dicembre 2017 e messa a disposizione della Committenza.

- “Valutazione della sicurezza statica e sismica del complesso edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Relazione di verifica
- “Consolidamento statico e valutazione della sicurezza sismica del Complesso Edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Interventi di consolidamento statico – Relazione tecnico descrittiva
- “Consolidamento statico e valutazione della sicurezza sismica del Complesso Edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Interventi di consolidamento statico – TAV. S.01 Interventi di consolidamento piano interrato
- “Consolidamento statico e valutazione della sicurezza sismica del Complesso Edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Interventi di consolidamento statico – TAV. S.02 Interventi di consolidamento piano terra
- “Consolidamento statico e valutazione della sicurezza sismica del Complesso Edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Interventi di consolidamento statico – TAV. S.03 Interventi di consolidamento della copertura
- “Valutazione della sicurezza statica e sismica del complesso edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Prime indicazioni di miglioramento sismico
- “Valutazione della sicurezza statica e sismica del complesso edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Prime indicazioni degli interventi di miglioramento sismico – TAV. IAS.01
- “Valutazione della sicurezza statica e sismica del complesso edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Prime indicazioni degli interventi di miglioramento sismico – TAV. IAS.02
- “Valutazione della sicurezza statica e sismica del complesso edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli” – Prime indicazioni degli interventi di miglioramento sismico – TAV. IAS.03

Si fa riferimento inoltre alla Relazione geologico-geotecnica in atti redatta dal Dott. Roberto Zago.

4. MATERIALI

4.1. Caratteristiche dei materiali delle strutture esistenti

Per le caratteristiche meccaniche dei materiali delle strutture esistenti si rimanda al **capitolo 6.4**, in cui si sono riportati i parametri di resistenza dei materiali utilizzati per la progettazione degli interventi di consolidamento statico del complesso in esame, ottenuti mediante una campagna di indagini effettuata sotto la supervisione dell'Ing. Alessandro Gasparini.

4.2. Caratteristiche dei materiali delle nuove strutture

Le caratteristiche dei materiali utilizzati per le nuove strutture sono di seguito riportate.

Calcestruzzo per strutture di fondazione in terreni non aggressivi (XC2):

$R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$	valore caratteristico della resistenza cubica
$f_{ck} = 250 \text{ daN/cm}^2$	valore caratteristico della resistenza cilindrica
$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,45 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 112,5 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	in combinazione quasi permanente
$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,6 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 150 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	in combinazione rara
$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 250}{1,5} = 142 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	resistenza di calcolo a compressione
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\gamma_c = 1,5$	fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo

Calcestruzzo per strutture di elevazione opportunamente protette (XC1):

$R_{ck} = 350 \text{ daN/cm}^2$	valore caratteristico della resistenza cubica
$f_{ck} = 280 \text{ daN/cm}^2$	valore caratteristico della resistenza cilindrica
$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,45 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 126 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	in combinazione quasi permanente
$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,6 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 168 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	in combinazione rara
$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 280}{1,5} = 159 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	resistenza di calcolo a compressione
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\gamma_c = 1,5$	fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo

Acciaio laminato in barre ad aderenza migliorata tipo B450C

$$\gamma_s = 1,25$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4500}{1,25} = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

fattore di sicurezza parziale per l'acciaio da c.a.

resistenza di calcolo dell'acciaio

Acciaio per strutture metalliche all'interno del fabbricato: S275 JR

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 1512 \text{ daN/cm}^2$$

fattore di sicurezza parziale per l'acciaio

resistenza di calcolo dell'acciaio

resistenza di calcolo a taglio dell'acciaio

PRESCRIZIONI ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE (EN 1090)

Classe di esecuzione

La classe di esecuzione seleziona e specifica il livello di qualità appropriato in relazione alla sicurezza che l'opera di costruzione in esame, o alcuni suoi particolari componenti strutturali, devono avere.

In riferimento al Prospetto B.3 della EN 1090-2 si definisce una **classe di esecuzione EXC2**.

Classe di importanza		CC1		CC2		CC3	
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Durabilità

La durabilità corrisponde alla previsione indicativa relativa all'efficacia del trattamento da prevedere contro la corrosione: nello specifico, è l'intervento di tempo che si rileva dalla messa in opera al primo importante intervento di manutenzione.

Si definiscono pertanto i seguenti parametri:

classe di corrosività dell'ambiente:

C1

classe di durabilità:

M (da 5 a 10 anni)

Grado di preparazione delle superfici

Il grado di preparazione delle superfici (P1, P2, P3), a seconda dei trattamenti superficiali previsti, dovrà essere concordato preventivamente con il progettista.

Tolleranze geometriche

Per le tolleranze geometriche "essenziali", relative a misure critiche per il funzionamento della struttura, fare riferimento a quanto riportato nell'appendice D.1 della EN1090-2.

Giunti bullonati

Per i giunti bullonati previsti, con funzionamento a taglio, si utilizzano bulloni in classe 8.8 e si fa riferimento alla norma UNI EN15048-1:2007.

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

fattore di sicurezza parziale per le unioni

$$f_t = 8000 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza a rottura per trazione

$$f_y = 6400 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza allo snervamento

Legno

Per le nuove strutture lignee si considera un legno tipo C24, secondo la classificazione EN338, in classe di servizio 2.

$$\gamma_M = 1,5$$

fattore di sicurezza parziale per azioni sismiche

$$X_d = \frac{X_k \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

valore caratteristico di una proprietà del materiale

$$k_{mod} = 0,8$$

coefficiente correttivo che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

$$f_{m,k} = 220 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza caratteristica per flessione

$$f_{t,0,k} = 130 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre

$$f_{v,k} = 24 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza caratteristica a taglio

$$E = 100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo di elasticità

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

5. METODO DI CALCOLO

Le verifiche delle strutture sono state eseguite secondo il metodo di calcolo semi-probabilistico agli Stati Limite, in accordo con l'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 Gennaio 2018 e la Circolare del 2 Febbraio 2009 n.617, con l'utilizzo dei programmi di calcolo BeamCAD 20.1 e SismiCAD 12.13 di Concrete s.r.l.

Descrizione del programma di calcolo SismiCAD 12.13

Si tratta di un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto ed è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature, producendo i grafici ed i tabulati di output.

Descrizione del programma di calcolo BeamCAD 20.1

Il programma è dedicato al calcolo di alcune tipologie strutturali in c.a., acciaio o legno di più frequente impiego nel campo della progettazione edile.

Più precisamente, il programma consente di analizzare strutture piane i cui schemi statici siano riconducibili a quelli di trave continua in elevazione e in fondazione, telai parziali e travi su suolo elastico alla Winkler con costante di sottofondo diversa per compressione e trazione.

Per le travate continue in elevazione e per i telai parziali è ammessa l'inclinazione della linea d'asse. Per le travate continue in elevazione in c.a. e per i telai parziali ad estradosso costante in c.a. è ammessa la presenza di sezioni di altezza variabile linearmente.

Ai fini delle verifiche degli Stati Limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \dots$$
- combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{01} \cdot Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \dots$$
- combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$
- combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
 $E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$
- combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad:
 $G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$

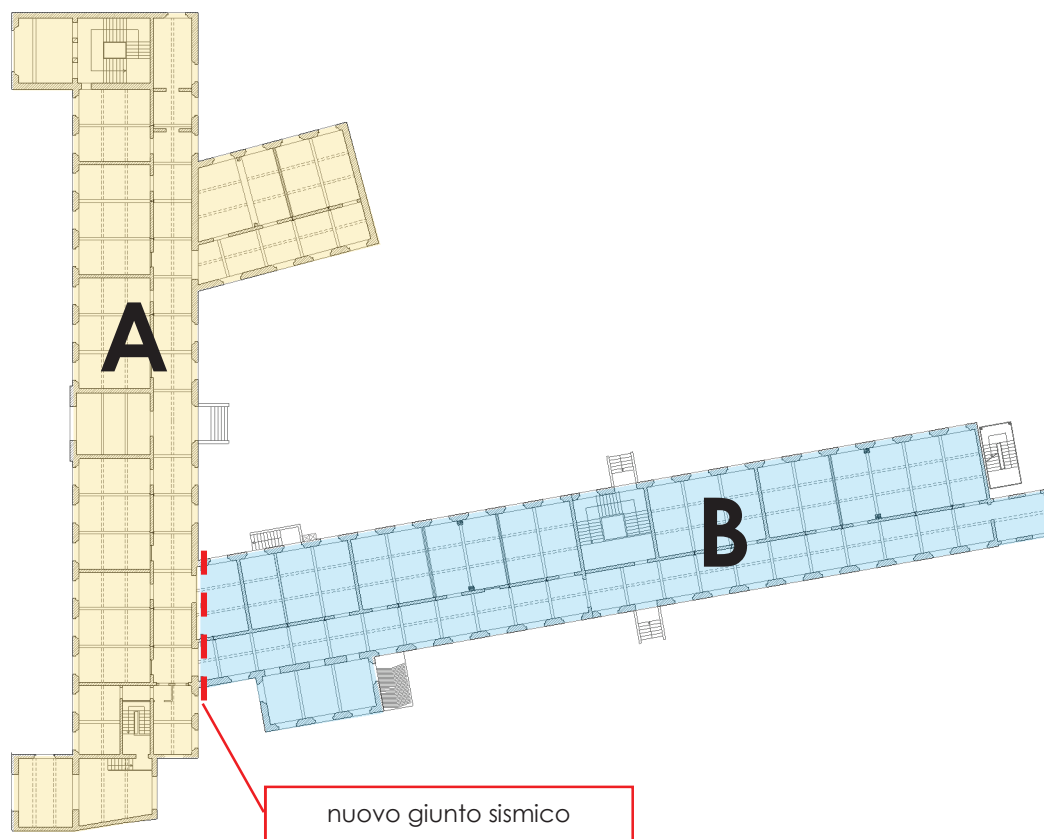
Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni sopra definite.

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.5.1 NTC 2018 – Valori dei coefficienti di combinazione

Lo studio del comportamento dei due corpi indipendenti ("A" e "B") che costituiscono il complesso in esame viene effettuato ai sensi della normativa vigente D.M. 17.01.2018 e della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 09.02.2011 "Linee Guida per la Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale".

Sono state effettuate modellazioni globali di ciascun corpo, mediante utilizzo del programma di calcolo SismiCad 12.13, e sono state eseguite verifiche dei meccanismi locali di danno ritenuti più significativi mediante analisi limite dell'equilibrio.



Si assumono, ai fini del calcolo, le seguenti ipotesi:

<i>tipo di costruzione</i>	2 – costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
<i>vita nominale della costruzione</i>	>50 anni
<i>classe d'uso</i>	III
<i>periodo di riferimento</i>	75 anni

Si è condotta un'analisi di tipo lineare dinamica dei vari modelli FEM, considerando un fattore di comportamento $q=2,25$.

Per quanto riguarda invece le verifiche dei meccanismi locali, si riporta il meccanismo di ribaltamento del maschio murario al piano primo tra le finestre di facciata, in quanto ritenuto il più significativo; viene valutata l'accelerazione limite che porta all'attivazione del meccanismo del maschio privo di vincoli in sommità e viene di seguito individuata la forza orizzontale necessaria ad impedirne l'attivazione.

6. CONOSCENZA

La conoscenza di una costruzione può essere conseguita con diversi livelli di approfondimento a seconda del "Livello di Conoscenza" che si vuole e/o si può raggiungere.

Quanto più approfondito è il "Livello di Conoscenza", tanto meno cautelativi possono essere assunti i valori dei coefficienti parziali di sicurezza da utilizzare nei calcoli, chiamati "Fattori di Confidenza" (FC).

Nel caso in esame, si fa riferimento al percorso di conoscenza effettuato per la progettazione degli interventi di consolidamento statico, per i quali si è scelto di raggiungere il livello di conoscenza LC2 e, di conseguenza, il relativo Fattore di Confidenza 1,20.

In riferimento alla normativa vigente, il percorso di "conoscenza" effettuato dall'Ing. Alessandro Gasparini viene ricondotto alle seguenti attività:

1. Analisi storico critica e della documentazione dell'edificio
2. Sopralluoghi e rilievo degli edifici
3. Rilievo e verifica dei dettagli costruttivi
4. Identificazione dei materiali e delle loro caratteristiche meccaniche

Si rimanda a tale documentazione per qualsiasi chiarimento e/o approfondimento; nelle pagine seguenti si riportano solamente i dati ritenuti significativi ai fini del presente studio.

6.1. Analisi storico critica e della documentazione dell'edificio

È stata svolta un'analisi storico-critica delle fasi di evoluzione dell'edificio mediante studio della documentazione di archivio messa a disposizione.

Sono state individuate le seguenti fasi:

Prima fase (1907 – 1910) – "Parte vecchia"

Il corpo dell'edificio di forma a "C" era composto da un edificio fronte strada al quale si collegavano due ali secondarie che realizzavano lo spazio interno del cortile.

Seconda fase (1913 – 1917)- "Parte nuova"

Dopo la Prima Guerra Mondiale, nel corso della quale l'edificio fu occupato per scopi militari, è stata prevista una ristrutturazione del complesso che ha portato anche all'ampliamento di una nuova porzione a ridosso dell'edificio esistente.

Terza fase (1988)

La seguente fase è caratterizzata da un progetto mai realizzato che prevedeva un ulteriore ampliamento e la realizzazione di una nuova palestra in continuità con l'edificio esistente.

6.2. Sopralluoghi e rilievo degli edifici

Partendo dal rilievo messo a disposizione della Committenza e da quanto riportato nella documentazione in atti, sono stati effettuati dei sopralluoghi per verificarne la corrispondenza e per approfondire puntualmente alcune porzioni di fabbricato più significative.

Tali informazioni hanno consentito di realizzare un modello tridimensionale FEM del complesso edilizio mediante l'utilizzo del programma di calcolo SismiCad 12.13.

Si riportano di seguito alcune foto significative del complesso edilizio.



vista dall'alto del complesso edilizio



vista della facciata principale



vista facciata su cortile interno



vista intradosso solaio sopra piano interrato



vista intradosso solaio sopra piano terra



vista in corrispondenza del nuovo giunto sismico al piano primo

6.3. Rilievo e verifica dei dettagli costruttivi

Tutto il complesso edilizio presenta un piano seminterrato e due piani fuori terra ed è costituito da strutture di elevazione verticale in muratura di mattoni pieni di spessore variabile ai vari piani.

Gli spessori minimi sono stati rilevati al piano primo e sono pari a:

- murature perimetrali 38cm (spessore grezzo)
- murature interne 25cm (spessore grezzo).

Il corpo in ampliamento, realizzato tra il 1910 e il 1917, presenta in corrispondenza della porzione più vecchia un giunto di dilatazione senza il raddoppio delle strutture.

Tutti gli impalcati agibili sono costituiti da un'orditura principale di travi trasversali in c.a. di sezione 25x50cm ad interasse circa 340cm, da un'orditura di travi secondarie in c.a. di sezione 20x30cm ad interasse di circa 200cm e da una soletta in c.a. di spessore 10cm.

Il solaio di copertura, invece, è costituito da capriate lignee ad interasse 340cm (400cm per la "Parte nuova") a sostegno delle terzere lignee.

6.4. Identificazione dei materiali e delle loro caratteristiche meccaniche

MURATURA

Le caratteristiche della tipologia di muratura utilizzata nell'analisi strutturale dell'edificio sono state assunte sulla base della tabella C8A.2.1 della Circolare n.617 del 02.02.2009 considerando il livello di conoscenza LC2.

Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Ai parametri di resistenza e ai moduli elastici è stato applicato il coefficiente correttivo relativo alla presenza di una malta con buone caratteristiche meccaniche.

Si riporta di seguito la tabella in cui si considerano un coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_m = 3$ per le verifiche statiche e un coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_m = 2$ per le verifiche sismiche.

RESISTENZE	σ (N/cm ²)	τ (N/cm ²)
Resistenza media assunta	320	7.6
Resistenza di progetto (<i>verifiche statiche</i>)	88.9	2.1
Resistenza di progetto (<i>verifiche sismiche</i>)	133.3	3.2

Si considerano inoltre:

$$E = 1500 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 500 \text{ N/mm}^2$$

LEGNO

Legno massiccio C22

Per la verifica di strutture esistenti in legno si utilizzano le caratteristiche meccaniche di un legno tipo C22:

Resistenza caratteristica per flessione	$f_{mk} = 22 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre	$f_{tk} = 13 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre	$f_{c90k} = 2,4 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a taglio	$f_{vk} = 2,4 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità	$E = 10000 \text{ N/mm}^2$

CALCESTRUZZO E ACCIAIO D'ARMATURA

Tramite la campagna di indagini propedeutica al progetto di consolidamento statico, sono state identificate diverse proprietà meccaniche del calcestruzzo esistente, in funzione della fase di costruzione storica e in funzione dei diversi ambienti dell'edificio.

Per maggiore chiarezza, si rimanda ai rapporti di prova e alle Relazioni in atti.

Prima fase di costruzione ("Parte vecchia")

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo e dell'acciaio sono state desunte dalla media delle prove effettuate.

calcestruzzo	$R_{Cm} = 33.4 \text{ MPa}$ $f_{cd} = f_{Cm} / (FC \times \gamma_c) = 15.4 \text{ MPa}$ $E_c = 30000 \text{ MPa}$
--------------	---

acciaio	$f_{ym} = 366 \text{ MPa}$ $F_{yd} = f_{ym} / (FC \times \gamma_s) = 265 \text{ MPa}$ $E_c = 200000 \text{ MPa}$
---------	--

Seconda fase di costruzione ("Parte nuova")

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo e dell'acciaio sono state desunte dalla media delle prove effettuate.

calcestruzzo aule	$R_{Cm} = 26.8 \text{ MPa}$ $f_{cd} = f_{Cm} / (FC \times \gamma_c) = 12.3 \text{ MPa}$ $E_c = 30000 \text{ MPa}$
-------------------	---

calcestruzzo corridoio	$R_{Cm} = 14.7 \text{ MPa}$ $f_{cd} = f_{Cm} / (FC \times \gamma_c) = 6.8 \text{ MPa}$ $E_c = 30000 \text{ MPa}$
------------------------	--

acciaio	$f_{ym} = 362 \text{ MPa}$ $F_{yd} = f_{ym} / (FC \times \gamma_s) = 262 \text{ MPa}$ $E_c = 200000 \text{ MPa}$
---------	--

7. ANALISI DEI CARICHI

Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulla copertura viene valutato mediante la seguente espressione (D.M. 17.01.2018):

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura

μ_i è il coefficiente di forma della copertura

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²]

C_E è il coefficiente di esposizione

C_t è il coefficiente termico

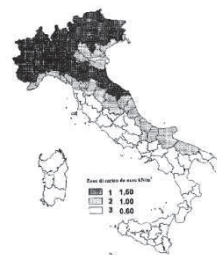
Valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

Il fabbricato in esame è situato in zona II:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ daN/m}^2$$

per $a_s < 200\text{m}$



Coefficiente di forma

Secondo quanto riportato nella tabella 3.4.1 della normativa vigente, si considera:

$$\mu_i = 0,8$$

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione viene utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera.

Secondo quanto riportato nella tabella 3.4.1 della normativa vigente, si considera a favore della sicurezza:

$$C_E = 1,0$$

Coefficiente termico

Il coefficiente termico viene utilizzato per tener conto della eventuale riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione.

Si sceglie di utilizzare un coefficiente $C_t = 1,0$.

Il carico provocato dalla neve sulla copertura risulta pertanto:

$$q_s = 80 \text{ daN/m}^2$$

Analogamente a quanto effettuato per la progettazione degli interventi di consolidamento statico del complesso edilizio in esame, si riporta di seguito l'analisi dei carichi relativa ai diversi piani dell'intero fabbricato.

Per la definizione dei carichi variabili, si fa riferimento alla Tabella 3.1.II del D.M. 17.01.2018, Categoria C1 (Scuole).

All'interno del complesso edilizio le tipologie strutturali risultano generalmente omogenee tra loro.

Analisi dei carichi solaio agibile sopra piano interrato

Pesi propri e carichi permanenti compiutamente definiti	G1 =	390 daN/mq
Carichi permanenti non strutturali non compiutamente definiti	G2 =	110 daN/mq
Carichi variabili (cat. C1)	Q =	300 daN/mq

Analisi dei carichi solaio agibile sopra piano terra

Pesi propri e carichi permanenti compiutamente definiti	G1 =	390 daN/mq
Carichi permanenti non strutturali non compiutamente definiti	G2 =	110 daN/mq
Carichi variabili (cat. C1)	Q =	300 daN/mq

Analisi dei carichi solaio ligneo di copertura

Pesi propri e carichi permanenti compiutamente definiti	G1 =	40 daN/mq
Carichi permanenti non strutturali non compiutamente definiti	G2 =	130 daN/mq
Carichi variabili (neve)	Q =	80 daN/mq

8. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA – STATO DI FATTO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda le verifiche globali, si riportano di seguito lo studio e le verifiche allo "stato di fatto di riferimento", ipotizzando cioè la preventiva realizzazione di un nuovo giunto sismico per dividere il complesso edilizio in n.2 corpi di fabbrica più regolari.

Vengono infatti realizzati n.2 modelli FEM relativi al Corpo "A" e al Corpo "B".

La valutazione della sicurezza sismica permette di stabilire in quale delle seguenti alternative si ricade, in riferimento al complesso edilizio in oggetto:

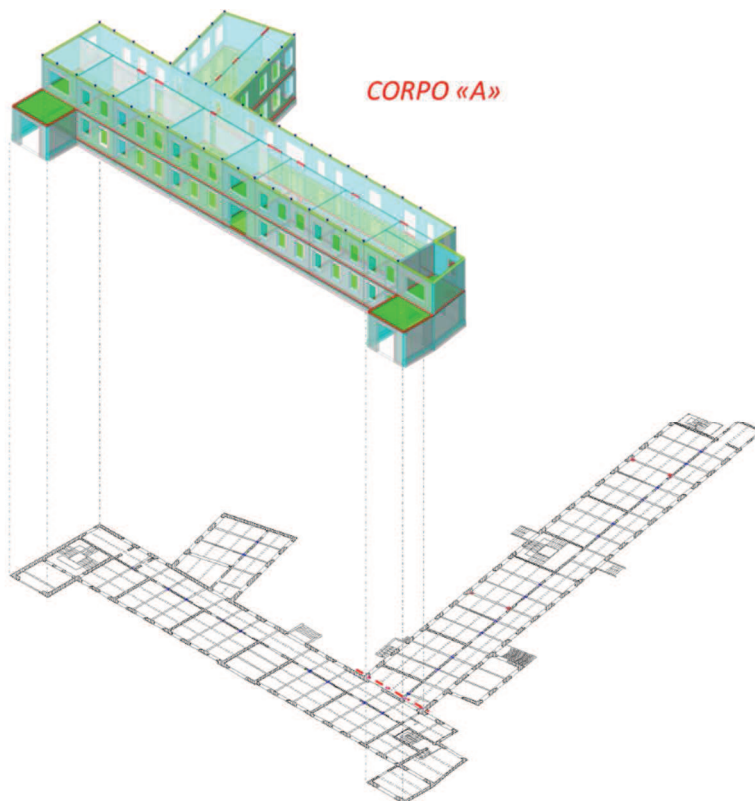
- *conferma dell'uso per cui l'opera è stata progettata*
- *adozione di opportune cautele*
- *necessità di effettuare interventi di aumento della capacità portante (miglioramento o adeguamento sismico)*

In particolare, è stata effettuata una modellazione FEM del complesso in esame per lo studio e la verifica globale del complesso stesso, e sono state individuate le parti più deboli della struttura, quelle che potrebbero cedere al sisma, prefigurando così i modi di danno che il sisma è in grado di produrre in riferimento a macroelementi predefiniti (verifiche locali).

Si riporta successivamente la verifica a ribaltamento del macroelemento costituito dal maschio murario al piano primo tra le finestre di facciata.

8.1. Verifica globale – CORPO A

Per lo studio globale del corpo di fabbrica identificato con la lettera "A", e di tutti gli elementi che lo costituiscono, viene realizzato un modello agli elementi finiti utilizzando il programma di calcolo SismiCAD 12.13.



8.1.1. Dati di input

Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	III
Vr	75
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Località	Padova; Latitudine ED50 45,4061° (45° 24' 22''); 11,8833° (11° 52' 60''); Altitudine s.l.m. 18,24 m.
Longitudine ED50	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente a grana fina mediamente consistenti T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati
Categoria del suolo	inclinazione media $i \leq 15^\circ$
addensati o terreni	1.5
Categoria topografica	0.134 [s]
con	0.403 [s]
Ss orizzontale SLO	1.741 [s]
Tb orizzontale SLO	1.5
Tc orizzontale SLO	0.149 [s]
Td orizzontale SLO	0.448 [s]
Ss orizzontale SLD	1.77 [s]
Tb orizzontale SLD	1.5
Tc orizzontale SLD	0.172 [s]
Td orizzontale SLD	0.515 [s]
Ss orizzontale SLV	1.978 [s]
Tb orizzontale SLV	1
Tc orizzontale SLV	81
Td orizzontale SLV	45.16
St	0.0353
PVr SLO (%)	2.536
Tr SLO	0.24 [s]
Ag/g SLO	63
Fo SLO	75.43
Tc* SLO	0.0424
PVr SLD (%)	2.533
Tr SLD	0.28 [s]
Ag/g SLD	10
Fo SLD	711.84
Tc* SLD	0.0944
PVr SLV (%)	2.629
Tr SLV	0.345 [s]
Ag/g SLV	5
Fo SLV	CD"B"
Tc* SLV	0 [deg]
Smorzamento viscoso (%)	0 [cm]
Classe di duttilità	No
Rotazione del sisma	No
Quota dello '0' sismico	Si
Regolarità in pianta	Costruzioni di muratura ordinaria
Regolarità in elevazione	$\alpha/\alpha_1 = (1.0 + 1.7) / 2$
Edificio muratura	Si
Tipologia muratura	0.61156 [s]
ai/a1 muratura	0.57817 [s]
Edificio esistente	0.85
T1,x	0.85
T1,y	0.85
λ SLO,x	0.85
λ SLO,y	0.85
λ SLD,x	0.85
λ SLD,y	0.85
λ SLV,x	0.85
λ SLV,y	0.85
Numero modi	30
Metodo di Ritz	applicato
Limite spostamenti interpiano	0.0013
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV X	2.25
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	2.25
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

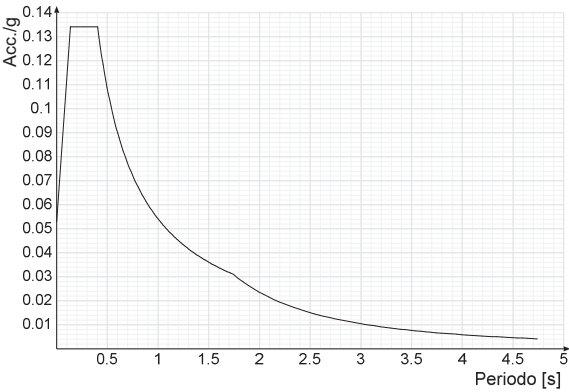
Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	50	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	50	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformazione a taglio delle piastre	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	

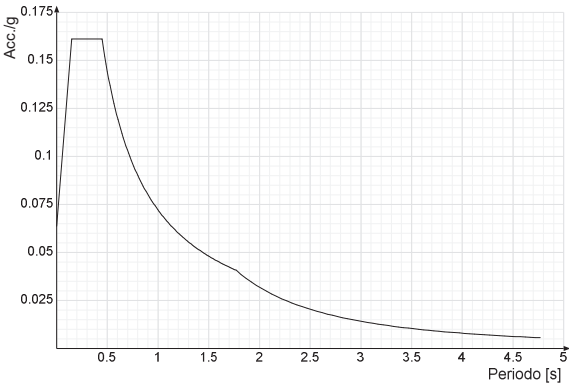
Spettri D.M. 17.01.18

Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.
Periodo: Periodo di vibrazione.

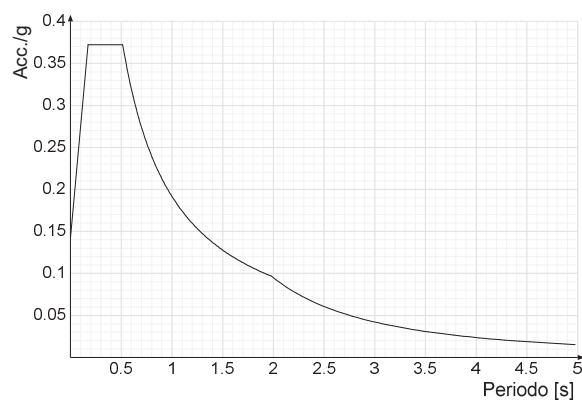
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



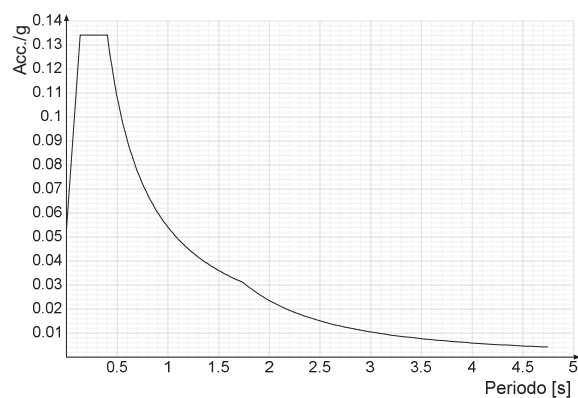
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



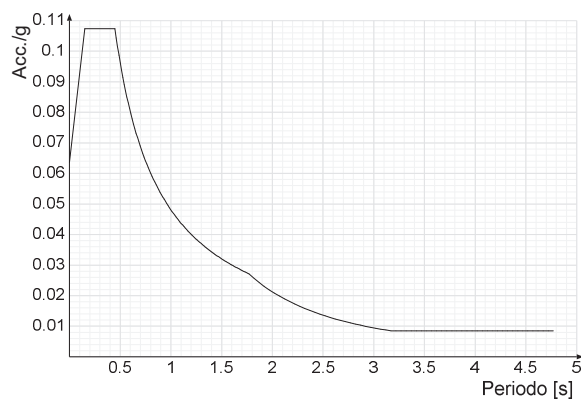
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



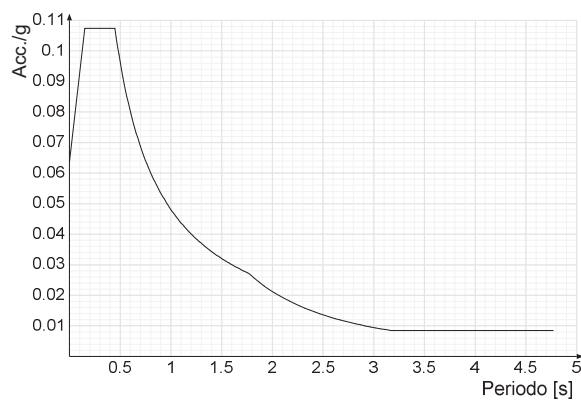
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



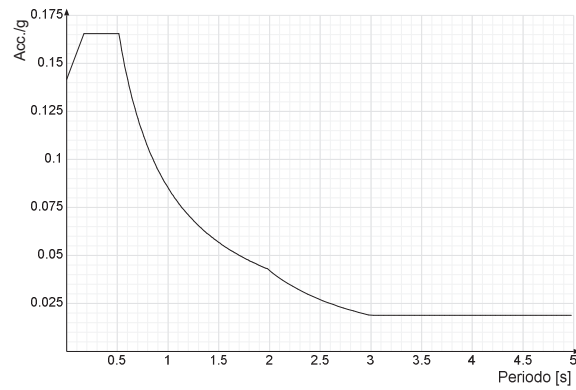
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



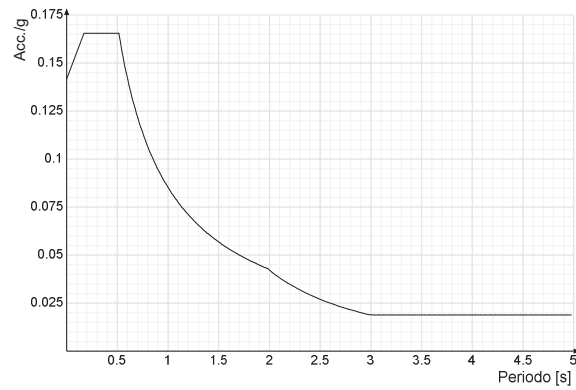
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5

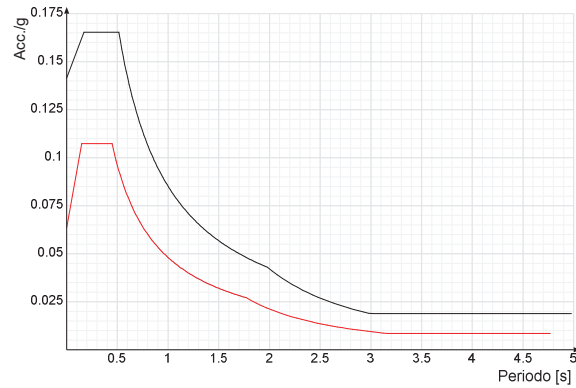


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

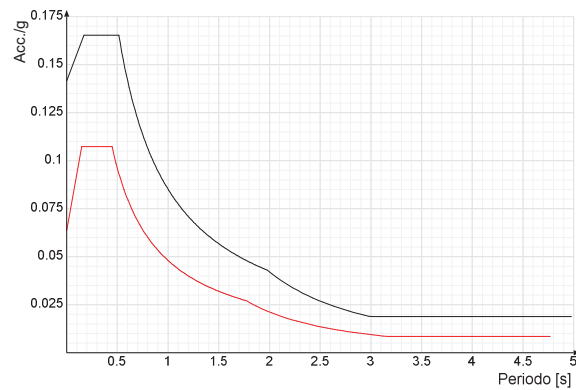


Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanententi portati	Port.	Permanente				
Variabile C	Variabile C	Media	0.7	0.7	0.6	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	X SLV					
Sisma Y SLV	Y SLV					
Sisma Z SLV	Z SLV					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EY SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	EX SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr x SLV					
Terreno sisma Y SLV	Tr y SLV					
Terreno sisma Z SLV	Tr z SLV					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig. Ux	R Ux					
Rig. Uy	R Uy					
Rig. Rz	R Rz					

Combinazioni di carico

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanententi portati

Variabile C: Variabile C

Neve: Neve

ΔT : ΔT

X SLO: Sisma X SLO

Y SLO: Sisma Y SLO

Z SLO: Sisma Z SLO

EY SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO

EX SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO

Tr x SLO: Terreno sisma X SLO

Tr y SLO: Terreno sisma Y SLO

Tr z SLO: Terreno sisma Z SLO

X SLD: Sisma X SLD

Y SLD: Sisma Y SLD

Z SLD: Sisma Z SLD

EY SLD: Eccentricità Y per sisma X SLD

EX SLD: Eccentricità X per sisma Y SLD

Tr x SLD: Terreno sisma X SLD

Tr y SLD: Terreno sisma Y SLD

Tr z SLD: Terreno sisma Z SLD

X SLV: Sisma X SLV

Y SLV: Sisma Y SLV

Z SLV: Sisma Z SLV

EY SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV

EX SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV

Tr x SLV: Terreno sisma X SLV

Tr y SLV: Terreno sisma Y SLV

Tr z SLV: Terreno sisma Z SLV

R Ux: Rig. Ux

R Uy: Rig. Uy

R Rz: Rig. Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	1.05	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	1.5	0	0
5	SLU 5	1	0.8	1.5	0.75	0
6	SLU 6	1	1.5	0	0	0
7	SLU 7	1	1.5	0	1.5	0
8	SLU 8	1	1.5	1.05	1.5	0
9	SLU 9	1	1.5	1.5	0	0
10	SLU 10	1	1.5	1.5	0.75	0
11	SLU 11	1.3	0.8	0	0	0
12	SLU 12	1.3	0.8	0	1.5	0
13	SLU 13	1.3	0.8	1.05	1.5	0
14	SLU 14	1.3	0.8	1.5	0	0
15	SLU 15	1.3	0.8	1.5	0.75	0
16	SLU 16	1.3	1.5	0	0	0
17	SLU 17	1.3	1.5	0	1.5	0
18	SLU 18	1.3	1.5	1.05	1.5	0
19	SLU 19	1.3	1.5	1.5	0	0
20	SLU 20	1.3	1.5	1.5	0.75	0

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0.7	1	0
4	SLE RA 4	1	1	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	1	0.5	0

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0.2	0
3	SLE FR 3	1	1	0.6	0.2	0
4	SLE FR 4	1	1	0.7	0	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0.6	0	0

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
------	------------	------	-------	-------------	------	----

Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLO	Y SLO
1	SLO 1	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
2	SLO 2	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
3	SLO 3	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
4	SLO 4	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
5	SLO 5	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
6	SLO 6	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
7	SLO 7	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
8	SLO 8	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
9	SLO 9	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
10	SLO 10	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
11	SLO 11	1	1	0.6	0	0	0.3	1
12	SLO 12	1	1	0.6	0	0	0.3	1
13	SLO 13	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
14	SLO 14	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
15	SLO 15	1	1	0.6	0	0	1	0.3
16	SLO 16	1	1	0.6	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLD	Y SLD
1	SLD 1	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
2	SLD 2	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
4	SLD 4	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
5	SLD 5	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
6	SLD 6	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
7	SLD 7	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
8	SLD 8	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
9	SLD 9	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
10	SLD 10	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0.6	0	0	0.3	1
12	SLD 12	1	1	0.6	0	0	0.3	1
13	SLD 13	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
14	SLD 14	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
15	SLD 15	1	1	0.6	0	0	1	0.3
16	SLD 16	1	1	0.6	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLV	Y SLV
1	SLV 1	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
2	SLV 2	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
3	SLV 3	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
4	SLV 4	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
5	SLV 5	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
6	SLV 6	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
7	SLV 7	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
8	SLV 8	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
9	SLV 9	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
10	SLV 10	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
11	SLV 11	1	1	0.6	0	0	0.3	1
12	SLV 12	1	1	0.6	0	0	0.3	1
13	SLV 13	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
14	SLV 14	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
15	SLV 15	1	1	0.6	0	0	1	0.3
16	SLV 16	1	1	0.6	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0

Nome	Nome breve	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
14	SLV 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLV	Y SLV
------	------------	------	-------	-------------	------	----	-------	-------

Nome	Nome breve	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
------	------------	-------	--------	--------	----------	----------	----------

Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

Definizioni di carichi concentrati

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx: componente X del carico concentrato. [daN]

Fy: componente Y del carico concentrato. [daN]

Fz: componente Z del carico concentrato. [daN]

Mx: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [daN*cm]

My: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [daN*cm]

Mz: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [daN*cm]

Nome	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	Descrizione						
capriata	Pesi strutturali	0	0	-770	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	-2500	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	-1540	0	0	0

Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fx f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fy i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fy f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fz i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Fz f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Mx i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

Mx f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

My i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

My f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

Mz i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Mz f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Nome	Condizione	Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
cornice esistente	Pesi strutturali	0	0	0	0	-4	-4	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	-0.8	-0.8	0	0	0	0	0	0

Definizioni di carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/cm²]

Applicazione: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione Descrizione	Valore	Applicazione
solaio agibile	Pesi strutturali	0.039	Verticale
	Permanenti portati	0.011	Verticale
	Variabile C	0.03	Verticale
sottotetto	Neve	0	Verticale
	Pesi strutturali	0.004	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile C	0	Verticale
	Neve	0	Verticale

8.1.2. Verifiche

Un metodo, largamente utilizzato anche nei programmi di calcolo (come ad esempio SismiCAD), per esplicitare il livello di sicurezza di un fabbricato esistente, è il calcolo degli indicatori di rischio sismico.

Gli indicatori di rischio sismico sono richiamati nella OPCM 3728 del 29 dicembre 2008 "Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'art. 32 bis del DL 30 settembre 2003 n.269, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24 novembre 2003 n.326, ed incrementato con la Legge 24 dicembre 2007 n.244".

E nell'allegato 2 della succitata Ordinanza vengono esposti i metodi di calcolo di tali indicatori, in particolare l'indice di rischio viene espresso come rapporto tra capacità e domanda:

indice di rischio sismico in termini di accelerazioni

$$i_{PGA} = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

indice di rischio sismico in termini di tempo di ritorno

$$i_{TR} = \left(\frac{TR_C}{TR_D} \right)^a \quad \text{con } a = 0,41$$

Valori prossimi o superiori all'unità di tali indicatori indicano un livello di rischio vicino a quello richiesto dalle norme vigenti; valori degli indicatori prossimi allo zero, invece, indicano un rischio elevato.

Tale metodologia, se pur nata con la OPCM sopra riportata, che aveva le finalità descritte nel titolo, è ormai largamente utilizzata in quanto rappresenta bene una scala di percezione del rischio.

Il D.M. 17.01.2018, al capitolo 8.3, riporta che "nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ξ_E tra l'azione

sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione"; si riporta pertanto nelle Tabelle di output di verifica di ciascun maschio murario anche tale rapporto.

Si riportano di seguito le verifiche effettuate con il programma di calcolo dei maschi murari del corpo di fabbrica in esame.

Output di SismiCAD 12.13

Desc.: descrizione

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

ZE: rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo

Comb.: combinazione

PGA: accelerazione al suolo

PGA/PGArif: indicatore di rischio sismico in termini di PGA

TR: tempo di ritorno

(TR/TRrif)^.41: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

Coeff.s.: coefficiente minimo prodotto dallo stato limite

Verifica: stato di verifica

Maschio: maschio

Stato limite: (maschio muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento

Trave: trave di collegamento in muratura

Stato limite: (trave muratura) V=Taglio; F=Flessione

TR,C: periodo di ritorno di capacità

TR,Rif: periodo di ritorno di riferimento

PAM: perdita media annua attesa

Classe PAM: classe di rischio PAM

IS-V: indice di sicurezza

Classe IS-V: classe di rischio IS-V

Tipo rottura: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati

Segnalazioni: eventuali segnalazioni

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.1

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.142

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.053

Tr,SLVrif = 712 anni

Tr,SLOrif = 45 anni

Indicatori minimi riferiti al solo materiale muratura

Desc.	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Maschio 21 "solaio1 - solaio2"	PF	0.235	SLV 1	0.047	0.333	33	0.284
Maschio 39 "solaio1 - solaio2"	V	0.483	SLV 9	0.077	0.546	126	0.492
Maschio 114 "solaio2 - imposta copertura"	PFFP	1.008	SLV 1	0.143	1.007	726	1.008

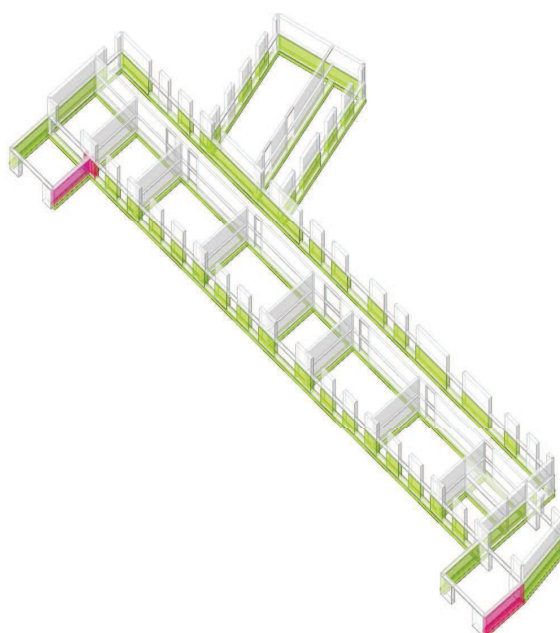
Verifica maschi in muratura

Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
1	PF	0.706	SLV 13	0.104	0.735	300	0.702	No
	V	0.779	SLV 13	0.113	0.799	378	0.771	No
	PFFP	1.299	SLV 13	0.18	1.273	1455	1.34	Si
2	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.514	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
3	PF	2.763	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.247	SLV 1	0.174	1.226	1297	1.279	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
4	PF	2.824	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGA _{ref}	TR	(TR/TR _{ref}) ^{4.1}	Verifica
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
5	PF	2.157	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.347	SLV 1	0.187	1.317	1614	1.399	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
6	PF	1.6	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.078	SLV 2	0.152	1.071	866	1.084	Si
	PFFP	2.376	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
7	PF	3.997	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.233	SLV 1	0.172	1.213	1255	1.262	Si
	PFFP	5.65	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
8	PF	5.193	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.998	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
9	PF	4.244	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.497	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
10	PF	4.763	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.853	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
11	PF	4.25	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.681	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
12	PF	4.619	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.297	SLV 1	0.18	1.272	1450	1.339	Si
	PFFP	6.001	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
13	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.455	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
14	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.462	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
15	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.378	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
16	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.93	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
17	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.69	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
18	PF	4.482	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.303	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.893	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
19	PF	2.847	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.43	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
20	PF	0.453	SLV 4	0.074	0.522	111	0.467	No
	V	0.657	SLV 4	0.098	0.691	253	0.654	No
	PFFP	1.128	SLV 13	0.158	1.117	977	1.139	Si
21	PF	0.235	SLV 1	0.047	0.333	33	0.284	No
	V	0.486	SLV 3	0.078	0.547	127	0.493	No
	PFFP	2.945	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
22	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
23	PF	1.692	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.267	SLV 12	0.176	1.244	1357	1.303	Si
	PFFP	5.672	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
24	PF	1.984	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.166	SLV 9	0.163	1.152	1073	1.183	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
25	PF	2.25	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.24	SLV 9	0.173	1.22	1277	1.271	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
26	PF	2.231	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.201	SLV 12	0.168	1.183	1165	1.224	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
27	PF	2.183	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.249	SLV 12	0.174	1.227	1302	1.281	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
28	PF	2.244	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.253	SLV 9	0.174	1.231	1315	1.286	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
29	PF	2.27	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.233	SLV 12	0.172	1.213	1257	1.262	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
30	PF	2.582	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.203	SLV 5	0.168	1.186	1172	1.227	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
31	PF	2.532	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.14	SLV 8	0.16	1.127	1005	1.152	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
32	PF	2.245	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.257	SLV 8	0.175	1.234	1325	1.29	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
33	PF	2.223	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.204	SLV 12	0.168	1.187	1175	1.228	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
34	PF	2.181	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.25	SLV 12	0.174	1.228	1305	1.282	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
35	PF	2.245	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.239	SLV 9	0.173	1.219	1275	1.27	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
36	PF	2.197	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.187	SLV 12	0.166	1.171	1128	1.208	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
37	PF	2.118	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si

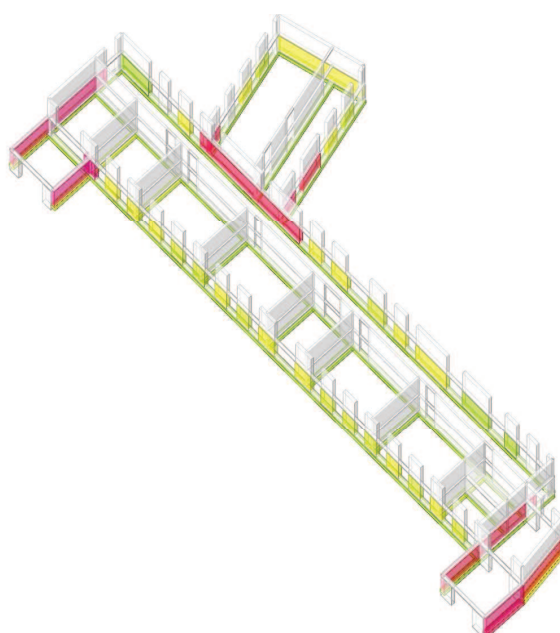
Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
	V	1.202	SLV 12	0.168	1.184	1167	1.225	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
38	PF	1.71	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.017	SLV 8	0.144	1.016	744	1.018	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
39	PF	0.73	SLV 9	0.107	0.756	324	0.724	No
	V	0.483	SLV 9	0.077	0.546	126	0.492	No
	PFFP	4.208	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
40	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
41	PF	2.366	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	0.85	SLV 13	0.122	0.862	465	0.84	No
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
42	PF	1.639	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	0.561	SLV 16	0.086	0.607	174	0.561	No
	PFFP	4.158	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
43	PF	1.721	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	0.931	SLV 2	0.133	0.937	590	0.926	No
	PFFP	3.084	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
44	PFFP	5.618	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
45	PFFP	5.486	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
46	PFFP	5.704	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
47	PFFP	5.646	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
48	PFFP	5.519	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
49	PFFP	5.732	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
50	PFFP	4.908	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
51	PFFP	6.968	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
52	PFFP	6.323	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
53	PFFP	2.036	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
54	PFFP	5.402	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
55	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
56	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
57	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
58	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
59	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
60	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
61	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
62	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
63	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
64	PF	2.532	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.343	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
65	PF	2.171	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.529	SLV 7	0.21	1.48	2301	1.618	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
66	PF	2.432	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.211	SLV 7	0.169	1.193	1194	1.236	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
67	PF	1.747	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.142	SLV 9	0.16	1.13	1011	1.155	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
68	PF	2.482	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.227	SLV 9	0.171	1.208	1240	1.255	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
69	PF	2.445	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.119	SLV 7	0.157	1.109	956	1.128	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
70	PF	1.639	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.059	SLV 8	0.149	1.054	828	1.064	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
71	PF	3.148	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	0.847	SLV 12	0.122	0.859	461	0.837	No
	PFFP	3.48	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
72	PF	1.853	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.206	SLV 10	0.168	1.188	1179	1.23	Si
	PFFP	4.773	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
73	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
74	PF	2.597	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.598	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
75	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
76	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
77	PF	1.595	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	0.749	SLV 1	0.109	0.772	344	0.742	No
	PFFP	3.149	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
78	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
79	PF	1.75	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.015	SLV 16	0.144	1.014	741	1.017	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
80	PF	1.957	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.306	SLV 1	0.181	1.279	1477	1.349	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
81	PFFP	3.13	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
82	PF	1.884	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	0.659	SLV 16	0.098	0.693	255	0.656	No
	PFFP	4.856	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
83	PF	1.913	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	0.844	SLV 16	0.121	0.857	458	0.835	No
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
84	PF	1.761	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.006	SLV 16	0.142	1.005	723	1.006	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
85	PF	1.879	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.317	SLV 1	0.183	1.29	1514	1.362	Si
	PFFP	6.673	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
86	PFFP	2.871	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
87	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
88	PF	2.334	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGA _{rif}	TR	(TR/TR _{rif}) ^{4.1}	Verifica
	V	1.061	SLV 10	0.15	1.056	832	1.066	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
89	PFFP	2.673	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
90	PFFP	3.838	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
91	PFFP	2.723	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
92	PFFP	3.658	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
93	PFFP	4.158	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
94	PFFP	4.163	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
95	PFFP	3.661	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
96	PFFP	4.143	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
97	PFFP	4.089	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
98	PFFP	4.141	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
99	PFFP	4.101	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
100	PFFP	4.119	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
101	PFFP	4.145	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
102	PFFP	3.679	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
103	PFFP	4.212	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
104	PFFP	4.03	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
105	PFFP	3.678	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
106	PFFP	3.943	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
107	PFFP	4.356	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
108	PFFP	5.1	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
109	PFFP	1.89	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
110	PFFP	1.178	SLV 1	0.165	1.163	1105	1.197	Si
111	PFFP	1.009	SLV 1	0.143	1.008	729	1.01	Si
112	PFFP	1.108	SLV 1	0.156	1.098	931	1.116	Si
113	PFFP	1.161	SLV 3	0.162	1.147	1060	1.177	Si
114	PFFP	1.008	SLV 1	0.143	1.007	726	1.008	Si
115	PFFP	1.167	SLV 5	0.163	1.153	1075	1.184	Si
116	PFFP	1.009	SLV 5	0.143	1.008	729	1.01	Si
117	PFFP	1.022	SLV 1	0.144	1.019	752	1.023	Si
118	PFFP	1.903	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
119	PFFP	2.05	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
120	PFFP	3.009	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
121	PFFP	1.712	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
122	PFFP	1.789	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
123	PFFP	1.094	SLV 5	0.154	1.086	901	1.101	Si
124	PFFP	1.186	SLV 1	0.166	1.17	1125	1.206	Si
125	PFFP	1.103	SLV 1	0.155	1.094	921	1.111	Si
126	PFFP	1.285	SLV 1	0.178	1.26	1412	1.324	Si
127	PFFP	1.152	SLV 1	0.161	1.139	1037	1.167	Si
128	PFFP	1.115	SLV 1	0.156	1.104	946	1.124	Si
129	PFFP	1.337	SLV 1	0.185	1.308	1579	1.386	Si
130	PFFP	1.183	SLV 3	0.165	1.167	1118	1.203	Si
131	PFFP	4.068	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
132	PFFP	2.734	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
133	PFFP	4.434	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
134	PFFP	3.581	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
135	PFFP	3.383	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
136	PFFP	3.938	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
137	PFFP	4.506	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
138	PFFP	4.84	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
139	PFFP	3.866	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
140	PFFP	2.994	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
141	PFFP	2.523	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
142	PFFP	3.411	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
143	PFFP	4.087	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
144	PFFP	4.421	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
145	PFFP	2.878	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
146	PFFP	1.182	SLV 1	0.165	1.166	1114	1.201	Si
147	PFFP	1.343	SLV 1	0.186	1.313	1599	1.393	Si
148	PFFP	2.468	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
149	PFFP	4.653	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
150	PFFP	4.047	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
151	PFFP	4.055	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
152	PFFP	4.012	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
153	PFFP	2.174	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
154	PFFP	2.993	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
155	PFFP	3.991	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
156	PFFP	4.099	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
157	PFFP	3.736	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
158	PFFP	1.149	SLV 13	0.161	1.136	1029	1.163	Si
159	PFFP	2.136	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
160	PFFP	3.156	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
161	PFFP	3.146	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
162	PFFP	2.975	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
163	PFFP	2.717	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
164	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
165	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
166	PFFP	3.18	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
167	PFFP	5.439	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si



da 19 a 22
da 18 a 19
da 17 a 18
da 16 a 17
da 15 a 16
da 14 a 15
da 13 a 14
da 12 a 13
da 11 a 12
da 10 a 11
da 09 a 1
da 08 a 09
da 07 a 08
da 06 a 07
da 05 a 06
da 04 a 05
da 03 a 04
da 02 a 03
da 01 a 02
da 0 a 01

diagramma indicatori di rischio - pressoflessione nel piano



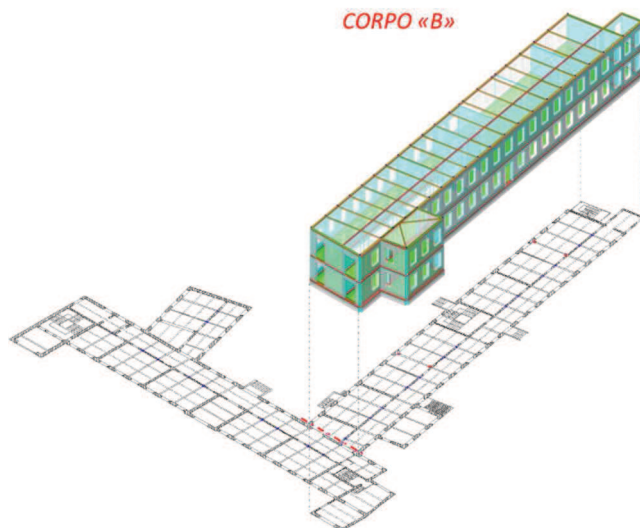
da 19 a 22
da 18 a 19
da 17 a 18
da 16 a 17
da 15 a 16
da 14 a 15
da 13 a 14
da 12 a 13
da 11 a 12
da 10 a 11
da 09 a 1
da 08 a 09
da 07 a 08
da 06 a 07
da 05 a 06
da 04 a 05
da 03 a 04
da 02 a 03
da 01 a 02
da 0 a 01

diagramma indicatori di rischio - taglio

Gli schemi grafici riportati evidenziano per ciascun maschio murario il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente alla pressoflessione e al taglio.

8.2. Verifica globale – CORPO B

Per lo studio globale del corpo di fabbrica identificato con la lettera "B", e di tutti gli elementi che lo costituiscono, viene realizzato un modello agli elementi finiti utilizzando il programma di calcolo SismiCAD 12.13.



vista modello FEM Corpo B – SismiCAD 12.13

8.2.1. Dati di input

Preferenze di analisi

Metodo di analisi
Tipo di costruzione
Vn
Classe d'uso
Vr
Tipo di analisi
Località
Longitudine ED50

Categoria del suolo
addensati o terreni

Categoria topografica
con

Ss orizzontale SLO
Tb orizzontale SLO
Tc orizzontale SLO
Td orizzontale SLO
Ss orizzontale SLD
Tb orizzontale SLD
Tc orizzontale SLD
Td orizzontale SLD
Ss orizzontale SLV
Tb orizzontale SLV
Tc orizzontale SLV
Td orizzontale SLV
St
PVr SLO (%)
Tr SLO
Ag/g SLO
Fo SLO
Tc* SLO
PVr SLD (%)
Tr SLD
Ag/g SLD
Fo SLD
Tc* SLD
PVr SLV (%)
Tr SLV
Ag/g SLV
Fo SLV
Tc* SLV
Smorzamento viscoso (%)
Classe di duttilità
Rotazione del sisma
Quota dello '0' sismico

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
50
III
75
Lineare dinamica
Padova; Latitudine ED50 45,4061° (45° 24' 22'');
11,8833° (11° 52' 60''); Altitudine s.l.m. 18,24 m.
C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente
a grana fina mediamente consistenti
T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati
inclinazione media $i \leq 15^\circ$
1.5
0.134 [s]
0.403 [s]
1.741 [s]
1.5
0.149 [s]
0.448 [s]
1.77 [s]
1.5
0.172 [s]
0.515 [s]
1.978 [s]
1
81
45.16
0.0353
2.536
0.24 [s]
63
75.43
0.0424
2.533
0.28 [s]
10
711.84
0.0944
2.629
0.345 [s]
5
CD "B"
0 [deg]
0 [cm]

Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	No	
Edificio muratura	Si	
Tipologia muratura	Costruzioni di muratura ordinaria	
α_u/α_l muratura	$\alpha_u/\alpha_l = (1.0 + 1.7) / 2$	
Edificio esistente	Si	
T1,x	0.61156	[s]
T1,y	0.57817	[s]
λ SLO,x	0.85	
λ SLO,y	0.85	
λ SLD,x	0.85	
λ SLD,y	0.85	
λ SLV,x	0.85	
λ SLV,y	0.85	
Numero modi	30	
Metodo di Ritz	applicato	
Limite spostamenti interpiano	0.0013	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	2.25	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	2.25	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3	
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7	
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15	

Preferenze FEM

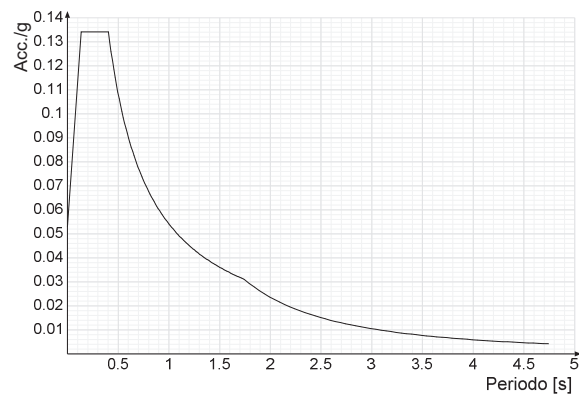
Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	50	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	50	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformazione a taglio delle piastre	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	

Spettri D.M. 17.01.18

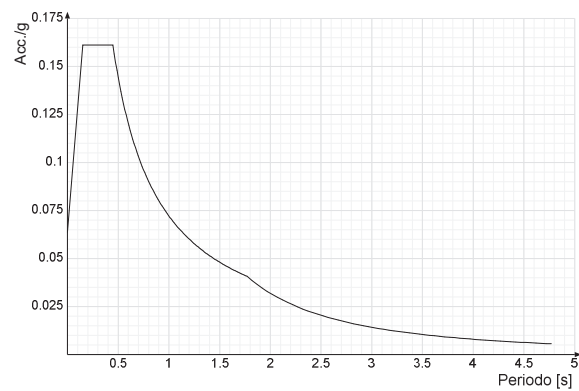
Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.

Periodo: Periodo di vibrazione.

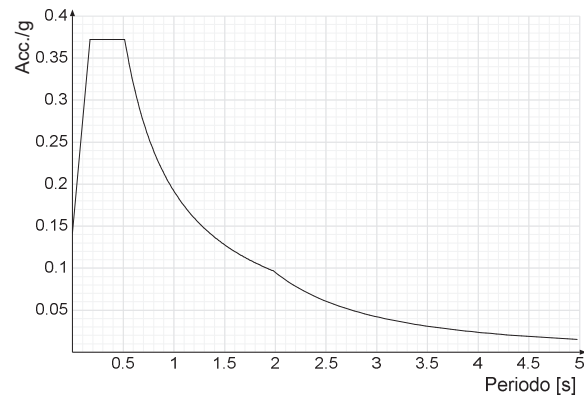
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



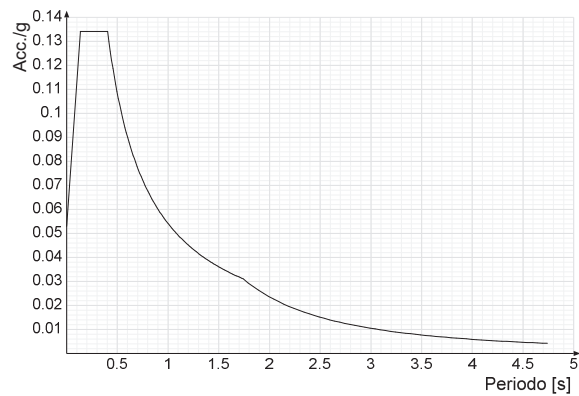
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



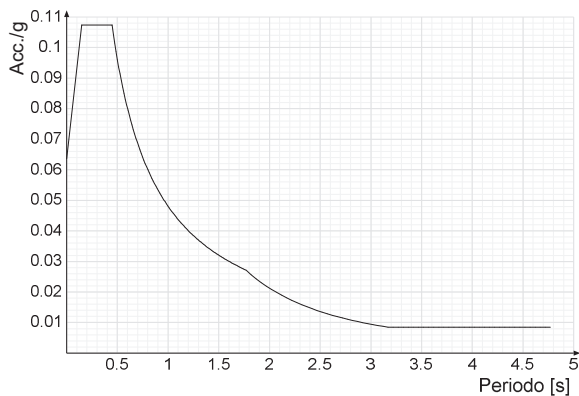
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



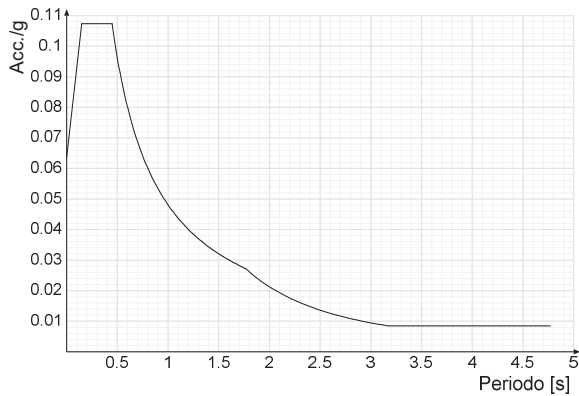
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



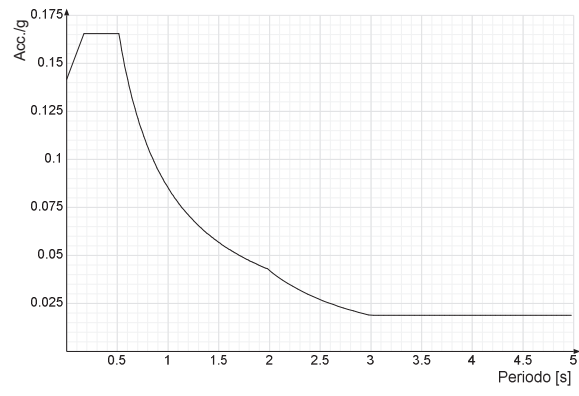
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



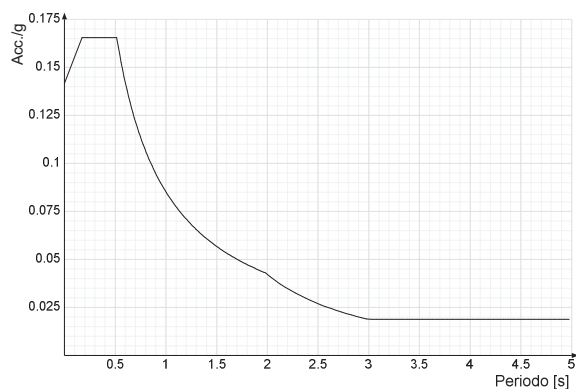
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5

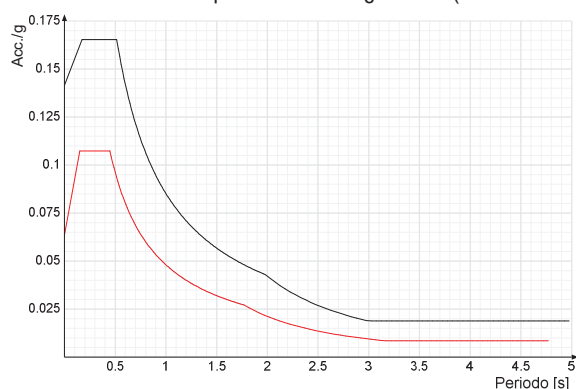


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

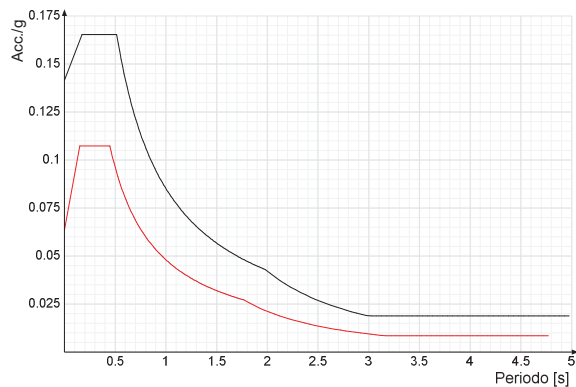


Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile C	Variabile C	Media	0.7	0.7	0.6	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sigma X SLV	X SLV					
Sigma Y SLV	Y SLV					
Sigma Z SLV	Z SLV					

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EY SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	EX SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr x SLV					
Terreno sisma Y SLV	Tr y SLV					
Terreno sisma Z SLV	Tr z SLV					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig. Ux	R Ux					
Rig. Uy	R Uy					
Rig. Rz	R Rz					

Combinazioni di carico

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Variabile C: Variabile C

Neve: Neve

ΔT : ΔT

X SLO: Sisma X SLO

Y SLO: Sisma Y SLO

Z SLO: Sisma Z SLO

EY SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO

EX SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO

Tr x SLO: Terreno sisma X SLO

Tr y SLO: Terreno sisma Y SLO

Tr z SLO: Terreno sisma Z SLO

X SLD: Sisma X SLD

Y SLD: Sisma Y SLD

Z SLD: Sisma Z SLD

EY SLD: Eccentricità Y per sisma X SLD

EX SLD: Eccentricità X per sisma Y SLD

Tr x SLD: Terreno sisma X SLD

Tr y SLD: Terreno sisma Y SLD

Tr z SLD: Terreno sisma Z SLD

X SLV: Sisma X SLV

Y SLV: Sisma Y SLV

Z SLV: Sisma Z SLV

EY SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV

EX SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV

Tr x SLV: Terreno sisma X SLV

Tr y SLV: Terreno sisma Y SLV

Tr z SLV: Terreno sisma Z SLV

R Ux: Rig. Ux

R Uy: Rig. Uy

R Rz: Rig. Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	1.05	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	1.5	0	0
5	SLU 5	1	0.8	1.5	0.75	0
6	SLU 6	1	1.5	0	0	0
7	SLU 7	1	1.5	0	1.5	0
8	SLU 8	1	1.5	1.05	1.5	0
9	SLU 9	1	1.5	1.5	0	0
10	SLU 10	1	1.5	1.5	0.75	0
11	SLU 11	1.3	0.8	0	0	0
12	SLU 12	1.3	0.8	0	1.5	0
13	SLU 13	1.3	0.8	1.05	1.5	0
14	SLU 14	1.3	0.8	1.5	0	0
15	SLU 15	1.3	0.8	1.5	0.75	0
16	SLU 16	1.3	1.5	0	0	0
17	SLU 17	1.3	1.5	0	1.5	0
18	SLU 18	1.3	1.5	1.05	1.5	0
19	SLU 19	1.3	1.5	1.5	0	0
20	SLU 20	1.3	1.5	1.5	0.75	0

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0.7	1	0
4	SLE RA 4	1	1	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	1	0.5	0

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0.2	0
3	SLE FR 3	1	1	0.6	0.2	0
4	SLE FR 4	1	1	0.7	0	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0.6	0	0

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
------	------------	------	-------	-------------	------	------------

Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLO	Y SLO
1	SLO 1	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
2	SLO 2	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
3	SLO 3	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
4	SLO 4	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
5	SLO 5	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
6	SLO 6	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
7	SLO 7	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
8	SLO 8	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
9	SLO 9	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
10	SLO 10	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
11	SLO 11	1	1	0.6	0	0	0.3	1
12	SLO 12	1	1	0.6	0	0	0.3	1
13	SLO 13	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
14	SLO 14	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
15	SLO 15	1	1	0.6	0	0	1	0.3
16	SLO 16	1	1	0.6	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.
Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLD	Y SLD
1	SLD 1	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
2	SLD 2	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
4	SLD 4	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
5	SLD 5	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
6	SLD 6	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
7	SLD 7	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
8	SLD 8	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
9	SLD 9	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
10	SLD 10	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0.6	0	0	0.3	1
12	SLD 12	1	1	0.6	0	0	0.3	1
13	SLD 13	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
14	SLD 14	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
15	SLD 15	1	1	0.6	0	0	1	0.3
16	SLD 16	1	1	0.6	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.
Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLV	Y SLV
1	SLV 1	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
2	SLV 2	1	1	0.6	0	0	-1	-0.3
3	SLV 3	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
4	SLV 4	1	1	0.6	0	0	-1	0.3
5	SLV 5	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
6	SLV 6	1	1	0.6	0	0	-0.3	-1
7	SLV 7	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
8	SLV 8	1	1	0.6	0	0	-0.3	1
9	SLV 9	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
10	SLV 10	1	1	0.6	0	0	0.3	-1
11	SLV 11	1	1	0.6	0	0	0.3	1
12	SLV 12	1	1	0.6	0	0	0.3	1
13	SLV 13	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
14	SLV 14	1	1	0.6	0	0	1	-0.3
15	SLV 15	1	1	0.6	0	0	1	0.3
16	SLV 16	1	1	0.6	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.
Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLV	Y SLV
Nome	Nome breve	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV	

Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

Definizioni di carichi concentrati

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx: componente X del carico concentrato. [daN]

Fy: componente Y del carico concentrato. [daN]

Fz: componente Z del carico concentrato. [daN]

Mx: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [daN*cm]

My: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [daN*cm]

Mz: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [daN*cm]

Nome	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	Descrizione						
capriata	Pesi strutturali	0	0	-770	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	-2500	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	-1540	0	0	0

Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fx f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fy i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fy f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fz i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Fz f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Mx i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

Mx f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

My i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

My f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

Mz i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Mz f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Nome	Condizione	Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
cornice esistente	Pesi strutturali	0	0	0	0	-4	-4	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	-0.8	-0.8	0	0	0	0	0	0
cornice	Pesi strutturali	0	0	0	0	-10	-10	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	-1.6	-1.6	0	0	0	0	0	0
cornice2	Pesi strutturali	0	0	0	0	-10	-10	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	-20	-20	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Definizioni di carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/cm²]

Applicazione: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
solaio agibile	Pesi strutturali	0.039	Verticale
	Permanenti portati	0.011	Verticale
	Variabile C	0.03	Verticale
sottotetto	Neve	0	Verticale
	Pesi strutturali	0.004	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile C	0	Verticale
	Neve	0	Verticale

8.2.2. Verifiche

Come effettuato per il Corpo "A", per esplicitare il livello di sicurezza di un fabbricato esistente, si ricorre al calcolo degli indicatori di rischio sismico.

Gli indicatori di rischio sismico sono richiamati nella OPCM 3728 del 29 dicembre 2008 "Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'art. 32 bis del DL 30 settembre 2003 n.269, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24 novembre 2003 n.326, ed incrementato con la Legge 24 dicembre 2007 n.244".

E nell'allegato 2 della succitata Ordinanza vengono esposti i metodi di calcolo di tali indicatori, in particolare l'indice di rischio viene espresso come rapporto tra capacità e domanda:

indice di rischio sismico in termini di accelerazioni

$$i_{PGA} = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

indice di rischio sismico in termini di tempo di ritorno

$$i_{TR} = \left(\frac{TR_C}{TR_D} \right)^a \quad \text{con } a = 0,41$$

Valori prossimi o superiori all'unità di tali indicatori indicano un livello di rischio vicino a quello richiesto dalle norme vigenti; valori degli indicatori prossimi allo zero, invece, indicano un rischio elevato.

Tale metodologia, se pur nata con la OPCM sopra riportata, che aveva le finalità descritte nel titolo, è ormai largamente utilizzata in quanto rappresenta bene una scala di percezione del rischio.

Il D.M. 17.01.2018, al capitolo 8.3, riporta che "nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ξ tra l'azione

sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione"; si riporta pertanto nelle Tabelle di output di verifica di ciascun maschio murario anche tale rapporto.

Si riportano di seguito le verifiche effettuate con il programma di calcolo dei maschi murari del corpo di fabbrica in esame.

Output di SismiCAD 12.13

Desc.: descrizione

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

ZE: rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo

Comb.: combinazione

PGA: accelerazione al suolo

PGA/PGArif: indicatore di rischio sismico in termini di PGA

TR: tempo di ritorno

(TR/TRrif)^.41: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

Coeff.s.: coefficiente minimo prodotto dallo stato limite

Verifica: stato di verifica

Maschio: maschio

Stato limite: (maschio muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento

Trave: trave di collegamento in muratura

Stato limite: (trave muratura) V=Taglio; F=Flessione

TR,C: periodo di ritorno di capacità

TR,Rif: periodo di ritorno di riferimento

PAM: perdita media annua attesa

Classe PAM: classe di rischio PAM

IS-V: indice di sicurezza

Classe IS-V: classe di rischio IS-V

Tipo rottura: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati

Segnalazioni: eventuali segnalazioni

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.1

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.142

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.053

Tr,SLVrif = 712 anni

Tr,SLOrif = 45 anni

Indicatori minimi riferiti al solo materiale muratura

Desc.	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Maschio 22 "solaio1 - solaio2"	PF	1.154	SLV 12	0.164	1.155	1083	1.188
Maschio 63 "solaio1 - solaio2"	V	0.714	SLV 13	0.101	0.712	275	0.677
Maschio 113 "solaio2 - imposta copertura"	PFFP	1.032	SLV 7	0.146	1.032	779	1.038

Verifica maschi in muratura

Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
1	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.637	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
2	PF	1.369	SLV 12	0.194	1.372	1828	1.472	Si
	V	3.751	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	3.33	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
3	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.114	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
4	PF	5.358	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
	V	6.276	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.306	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
5	PF	1.489	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	4.021	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	3.556	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
6	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.194	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
7	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.213	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
8	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.331	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
9	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
10	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
11	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
12	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.337	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
13	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.122	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
14	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.991	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
15	PF	3.383	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.615	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
16	PF	2.251	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
17	PFFP	3.808	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
18	PF	1.598	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.494	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
19	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
20	PF	3.187	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.874	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	2.993	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
21	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
22	PF	1.154	SLV 12	0.164	1.155	1083	1.188	Si
	V	0.828	SLV 8	0.117	0.827	415	0.801	No
	PFFP	3.875	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
23	PFFP	5.761	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
24	PF	1.291	SLV 5	0.183	1.293	1527	1.367	Si
	V	0.743	SLV 2	0.105	0.74	306	0.707	No
	PFFP	2.439	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
25	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
26	PFFP	2.316	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
27	PF	3.428	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.331	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
28	PF	3.355	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.182	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
29	PFFP	2.052	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
30	PF	3.361	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.262	SLV 2	0.18	1.269	1441	1.335	Si
	PFFP	5.869	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
31	PF	2.865	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.444	SLV 13	0.206	1.456	2189	1.585	Si
	PFFP	5.743	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
32	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
33	PF	1.255	SLV 12	0.178	1.257	1400	1.319	Si
	V	0.937	SLV 12	0.133	0.937	590	0.926	No
	PFFP	4.179	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
34	PFFP	5.584	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
35	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
36	PFFP	5.571	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
37	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
38	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
39	PFFP	5.755	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
40	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
41	PF	4.099	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.262	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.124	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
42	PF	4.158	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.285	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
43	PF	3.992	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.424	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
44	PF	3.992	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.494	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
45	PF	3.962	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.36	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
46	PF	3.881	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.302	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGA _{ref}	TR	(TR/TR _{ref}) ^{4.1}	Verifica
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
47	PF	3.945	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.331	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
48	PF	3.857	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.326	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
49	PF	3.906	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.285	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
50	PF	3.927	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.287	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
51	PF	3.404	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.331	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
52	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
53	PF	4.498	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.161	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
54	PF	3.963	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.372	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
55	PF	3.915	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.313	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
56	PF	4.056	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.384	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
57	PF	3.832	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.279	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
58	PF	3.891	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.304	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
59	PF	3.782	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.264	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
60	PF	3.808	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.3	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
61	PF	3.672	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.213	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
62	PFFP	2.508	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
63	PF	1.369	SLV 9	0.194	1.372	1828	1.472	Si
	V	0.714	SLV 13	0.101	0.712	275	0.677	No
	PFFP	2.664	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
64	PFFP	5.445	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
65	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
66	PF	2.409	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.74	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.264	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
67	PF	2.937	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.834	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
68	PF	2.952	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.837	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
69	PF	3.124	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.905	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
70	PF	3.133	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.92	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
71	PF	2.873	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.049	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
72	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
73	PF	3.095	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.187	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
74	PF	3.133	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.989	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
75	PF	3.032	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.902	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
76	PF	2.923	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.841	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
77	PF	2.975	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.879	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
78	PF	2.952	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.838	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
79	PF	2.944	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.835	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
80	PF	2.942	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.86	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
81	PF	2.845	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.975	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
82	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
83	PF	3.106	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.271	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	FFFF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
84	FFFF	1.783	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
85	FFFF	5.772	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
86	FFFF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
87	FFFF	5.554	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
88	FFFF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
89	FFFF	2.217	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
90	FFFF	2.355	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
91	PF	1.608	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.03	SLV 7	0.146	1.03	775	1.035	Si
	FFFF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
92	FFFF	1.788	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
93	PF	3.056	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.052	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	FFFF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
94	FFFF	1.785	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
95	PF	1.828	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.53	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	FFFF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
96	FFFF	4.38	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
97	FFFF	4.353	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
98	FFFF	5.122	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
99	FFFF	2.384	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
100	FFFF	1.361	SLV 7	0.193	1.363	1793	1.46	Si
101	FFFF	2.408	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
102	FFFF	1.035	SLV 3	0.147	1.037	789	1.043	Si
103	FFFF	2.883	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
104	FFFF	1.407	SLV 3	0.201	1.418	2020	1.533	Si
105	FFFF	2.94	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
106	FFFF	3.806	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
107	FFFF	3.757	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
108	FFFF	3.068	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
109	FFFF	3.891	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
110	FFFF	3.572	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
111	FFFF	1.282	SLV 7	0.182	1.285	1496	1.356	Si
112	FFFF	2.506	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
113	FFFF	1.032	SLV 7	0.146	1.032	779	1.038	Si
114	FFFF	1.396	SLV 3	0.199	1.406	1970	1.518	Si
115	FFFF	1.044	SLV 7	0.148	1.044	806	1.052	Si
116	FFFF	1.252	SLV 7	0.178	1.254	1391	1.316	Si
117	FFFF	1.411	SLV 7	0.2	1.414	2002	1.528	Si
118	FFFF	1.106	SLV 7	0.157	1.107	952	1.126	Si
119	FFFF	1.219	SLV 7	0.173	1.221	1280	1.272	Si
120	FFFF	3.511	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
121	FFFF	3.993	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
122	FFFF	4.246	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
123	FFFF	4.389	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
124	FFFF	4.075	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
125	FFFF	4.412	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
126	FFFF	4.406	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
127	FFFF	3.995	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
128	FFFF	4.399	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
129	FFFF	4.323	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
130	FFFF	3.84	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
131	FFFF	4.648	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
132	FFFF	4.899	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
133	FFFF	4.418	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
134	FFFF	4.241	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
135	FFFF	4.724	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
136	FFFF	4.067	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
137	FFFF	4.174	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
138	FFFF	3.987	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
139	FFFF	4.313	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
140	FFFF	3.376	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
141	FFFF	3.524	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
142	FFFF	2.815	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
143	FFFF	1.139	SLV 3	0.162	1.143	1048	1.172	Si
144	FFFF	1.203	SLV 7	0.171	1.205	1231	1.252	Si
145	FFFF	3.726	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
146	FFFF	4.261	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
147	FFFF	4.297	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
148	FFFF	4.39	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
149	FFFF	4.145	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
150	FFFF	4.022	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
151	FFFF	4.56	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
152	FFFF	4.15	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
153	FFFF	4.426	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
154	FFFF	4.074	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
155	FFFF	3.862	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
156	FFFF	4.022	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
157	FFFF	3.956	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
158	FFFF	3.91	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
159	FFFF	4.024	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
160	FFFF	3.568	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
161	FFFF	5.01	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
162	FFFF	3.025	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
163	FFFF	2.534	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
164	FFFF	1.073	SLV 11	0.152	1.074	873	1.087	Si
165	FFFF	1.203	SLV 7	0.171	1.205	1231	1.252	Si
166	FFFF	1.079	SLV 3	0.153	1.082	892	1.097	Si
167	FFFF	1.275	SLV 11	0.181	1.277	1468	1.345	Si
168	FFFF	2.386	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
169	FFFF	2.075	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
170	FFFF	2.38	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
171	FFFF	5.612	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGA _{ref}	TR	$(TR/TR_{ref})^{.41}$	Verifica
172	PFFP	3.165	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
173	PFFP	2.411	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
174	PFFP	2.479	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si

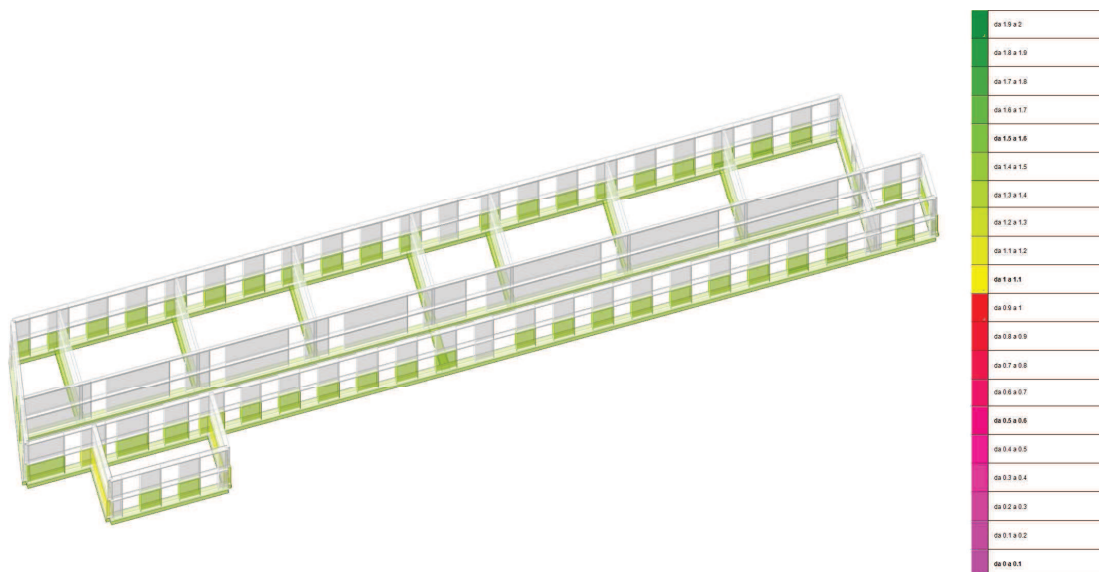


diagramma indicatori di rischio - pressoflessione nel piano

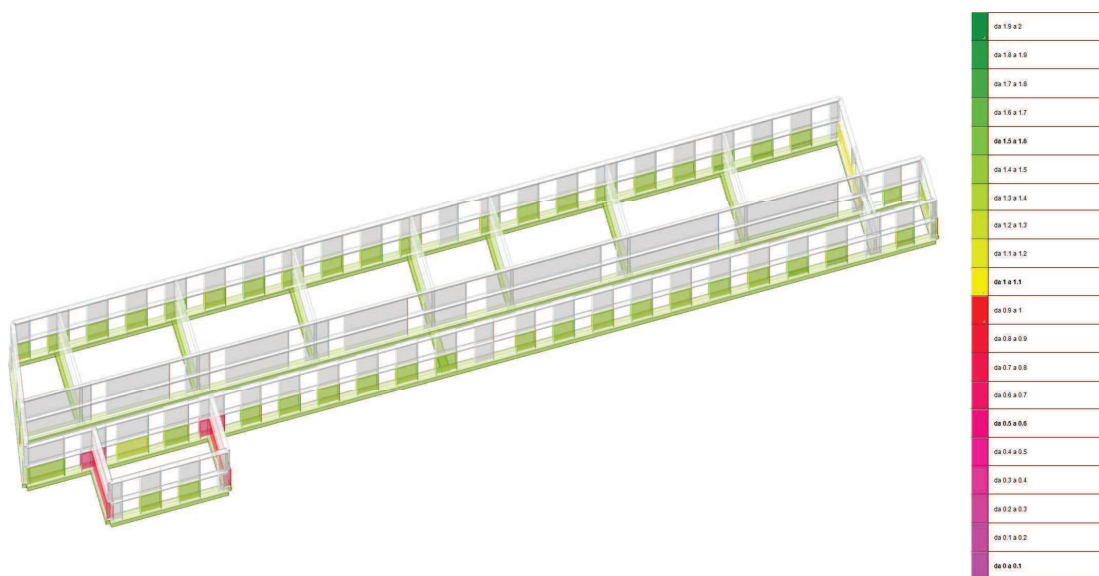
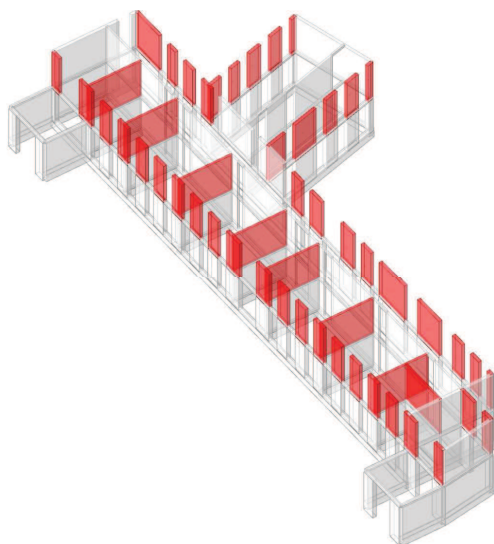


diagramma indicatori di rischio - taglio

Gli schemi grafici riportati evidenziano per ciascun maschio murario il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente alla pressoflessione e al taglio.

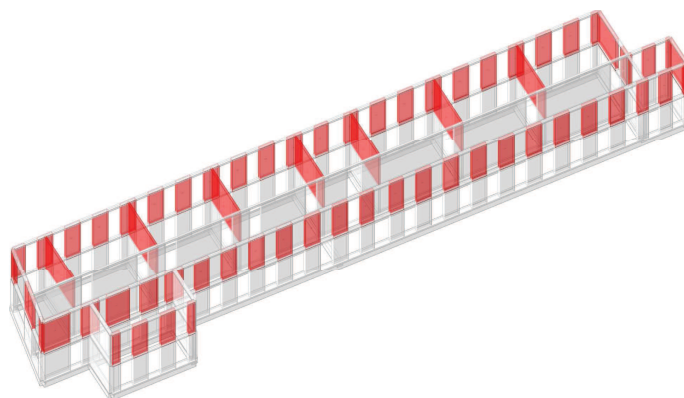
8.3. Verifiche locali

Per lo studio dei meccanismi locali che potrebbero interessare l'edificio oggetto di verifica, è stato individuato il macroelemento costituito dalla porzione di maschio murario compreso tra le finestre al piano primo, che potrebbe essere soggetto a ribaltamento fuori dal piano, così come il macroelemento costituito dalla porzione di parete trasversale molto snella, a due teste, che divide le aule.



Corpo A

macroelementi soggetti a ribaltamento fuori piano



Corpo B

macroelementi soggetti a ribaltamento fuori piano

Si riporta di seguito la verifica a ribaltamento del macroelemento costituito dalla porzione di maschio murario compreso tra le finestre al piano primo.

Analisi dei carichi considerati per area di influenza (3,5m):

- Peso proprio della muratura $G1$
 $G1 = \text{volume parete (esclusi i fori)} \times \text{peso specifico della muratura}$
 $= (3,5 \cdot 0,38 \cdot 5,3 - 1,6 \cdot 2,7 \cdot 0,38) \cdot 1800 = \mathbf{9733 \text{ daN}}$
- Peso della copertura $W1$
 $W1 = (770 + 2500 + 0,2 \cdot 1540) = \mathbf{3580 \text{ daN}}$

Sulla base della pericolosità sismica del sito in cui sorge il fabbricato, ed in riferimento ad un periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R=712$ anni per le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (D.M. 17.01.2018), si riportano di seguito i parametri che definiscono le forme spettrali da adottare nel calcolo.

accelerazione orizzontale massima al sito	a_g	0,92
valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	F_o	2,629
periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	T_C^*	0,345 s
periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	T_B	0,115 s
periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	T_C	0,345 s
periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	T_D	5,280 s
vita nominale	V_N	50
classe d'uso (valore del coefficiente d'uso)	c_u	1,5
periodo di riferimento dell'azione sismica	V_R	75
categoria di sottosuolo		C
coefficienti di amplificazione stratigrafica	S_S	1,5
	C_C	1,0
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1
coefficiente per categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche	S	1,5

Analisi dei carichi

Peso proprio

	kN/m^3	l (m)	b (m)	h (m)	m^3	kN	finestre m^3
G_1	18,000	3,500	0,380	5,300	7,049	97,333	1,642

lunghezza parete 3,500 m

altezza parete 1 5,300 m G_k SOLAIO 1 1,700 kN/m^2

spessore parete 1 0,380 m Q_k SOLAIO 1 0,800 kN/m^2

area d'influenza 1 19,250 m^2

Peso primo solaio

	kN/m^2	area	kN
P_1	1,700	19,250	32,725
Q_1	0,800	19,250	15,400

I valori dei coefficienti di combinazione sono riportati nella tabella 2.5.1 del D.M. 17.01.2018, e nel presente caso valgono:

$\Psi_{2i} =$	0,3	per categoria A - Ambienti ad uso residenziale
$\Psi_{2i} =$	0,2	per neve a quota <1000m

Pesi Sismici

	kN
W_1	35,805

Calcolo del cinematisimo

La muratura è considerata completamente non reagente a trazione e si ipotizza una distribuzione lineare delle tensioni di compressione, il polo di rotazione è assunto nel baricentro delle tensioni di compressione. L'arretramento t rispetto allo spigolo è quindi:

$$t = \frac{2 \cdot \sum W_i}{3 \cdot \sigma_r \cdot l} = 0,019 \text{ m}$$

$$d_1 = 0,317 \text{ m}$$

Per determinare il moltiplicatore α_0 si impone l'equilibrio attorno alla cerniera

$$M_S = W_1 \cdot (d_1 - t) + G_1 \cdot \left(\frac{b}{2} - t \right) = 27,299 \text{ kNm}$$

$$M_R = \alpha_0 \cdot W_1 \cdot h_1 + \alpha_0 \cdot G_1 \cdot \frac{h_1}{2} = \alpha_0 \cdot 447,699 \text{ kNm}$$

$$\alpha_0 = 0,061$$

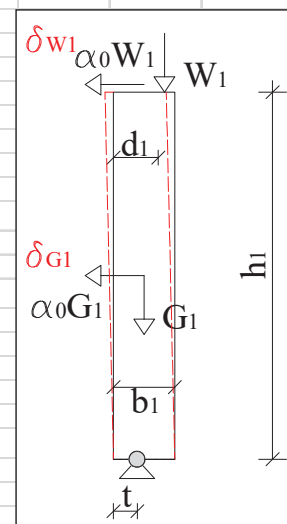
moltiplicatore dei carichi

Si impone uno spostamento unitario $d=1= \theta \cdot h$ $\theta = 1 / (h_1 + h_2) = 0,189$

Si calcolano gli spostamenti: $\delta G_1 = 0,497$ $\delta W_1 = 0,994$

La massa partecipante al cinematisimo M^* è quindi data da (eq. C8A.4.3, Circ. n.617 del 02.02.2009):

$$M^* = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i} \right)^2}{g \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}^2} = 12,095 \text{ kN}$$



e la **frazione di massa partecipante** è pari a (C8A.4.2.2, Circ. n.617 del 02.02.2009):

$$e^* = \frac{gM^*}{\sum_{i=1}^{n+m} P_i} = 0,891$$

Si ricava quindi l'**accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo**, ridotta per tener conto del Livello di Conoscenza raggiunto:

$$a_0^* = \frac{\alpha_0 \sum_{i=1}^{n+m} P_i}{M^*} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC} = 0,559 \text{ m/s}^2$$

Verifica dello SLV con analisi lineare

altezza della struttura rispetto alla fondazione	H =	11,2 m
altezza, rispetto alla fondazione, del baricentro della cerniera	Z =	5,9 m
primo modo di vibrare nella direzione considerata	$\Psi(Z) = Z / H =$	0,53
primo periodo di vibrazione della struttura	$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4} =$	0,31 s
fattore di struttura	q =	2,00
numero di piani dell'edificio	N =	2,00
coefficiente di partecipazione modale (in assenza di valutazioni più accurate)	$\gamma = 3N / (2N+1) =$	1,20 s

affinchè il cinematisimo risulti verificato è necessario controllare che l'accelerazione di attivazione del meccanismo verifichi entrambe le disuguaglianze riportate in normativa (eq. C8A.4.9 e C8A.4.10 della Circ. n.617 del 02.02.2009):

per elemento isolato appoggiato a terra:	$a_0^* =$	0,559	<	$\frac{a_g(P_{VR}) \cdot S}{q} =$	0,690 m/s ²	NON VERIFICATO
per porzione ad una certa quota:	$a_0^* =$	0,559	<	$\frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} =$	1,147 m/s ²	NON VERIFICATO
				con $S_e(T_1) =$	3,628	

Le verifiche locali effettuate sull'edificio risultano non soddisfatte ed evidenziano quindi la necessità di un intervento che impedisca i ribaltamenti analizzati.

9. INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

A seguito dello studio della documentazione in atti, della geometria e della conformazione dei corpi di fabbrica che costituiscono il complesso edilizio in esame, ed a seguito delle verifiche effettuate dello stato di fatto nei confronti dell'azione sismica di progetto, si identificano di seguito gli interventi previsti di miglioramento sismico, in relazione alle diverse criticità emerse.

Interventi per dividere il complesso edilizio in due corpi di forma regolare:

- | | |
|---------------------|--|
| Intervento A | Realizzazione di nuovo giunto sismico, mediante raddoppio delle strutture di elevazione verticale e taglio delle strutture esistenti <ul style="list-style-type: none">- nuova fondazione in c.a. e nuovi pilastri in c.a. al piano interrato- nuovo portale metallico al piano terra- nuova capriata lignea in copertura e taglio delle terzere esistenti |
|---------------------|--|

Interventi per l'eliminazione del giunto costruttivo esistente al filo 10:

- | | |
|---------------------|--|
| Intervento C | Cuciture armate sulle pareti in muratura di mattoni pieni, a cavallo del giunto esistente |
| Intervento D | Messa in opera di n.3 tirantature metalliche a quota solaio sopra Piano Terra |
| Intervento G | Messa in opera di cordolo metallico sommitale sulle pareti interne, costituito da piatto di spessore 4mm inghisato alla parete in muratura ad interasse 50cm |
| Intervento H | Messa in opera di cordolo metallico sommitale sulle pareti perimetrali, costituito da piatto di spessore 4mm inghisato alla parete in muratura ad interasse 50cm |

Intervento volto a ripristinare la rigidezza delle pareti interne trasversali rimosse in passato:

- | | |
|---------------------|---|
| Intervento B | Realizzazione di piedritti in c.a., dimensionati in base alla rigidezza della parete in muratura eliminata, idoneamente collegati alla base e in sommità alle strutture esistenti
(cerchiatura del foro) |
|---------------------|---|

Intervento di rinforzo delle pareti interne trasversali molto snelle al piano primo:

- | | |
|---------------------|---|
| Intervento E | Rinforzo delle pareti trasversali interne (che non soddisfano i requisiti del cap. 7.8.4.1 del D.M. 17.01.2018) mediante intonaco armato su entrambe le facce, con rete in fibra di vetro a maglia 66x66mm e intonaco a base di calce idraulica naturale di spessore 30mm |
|---------------------|---|

Interventi di cerchiatura sommitale dei corpi di fabbrica:

Intervento G	Messa in opera di cordolo metallico sommitale sulle pareti interne, costituito da piatto di spessore 4mm inghisato alla parete in muratura ad interasse 50cm
Intervento H	Messa in opera di cordolo metallico sommitale sulle pareti perimetrali, costituito da piatto di spessore 4mm inghisato alla parete in muratura ad interasse 50cm
Intervento F	Collegamento delle teste delle catene lignee delle capriate alla muratura perimetrale mediante coppie di barre inghisate con resina

Intervento di saturazione dei vuoti presenti nei maschi murari:

Intervento I	In relazione a quanto riportato anche nella Relazione dell'Ing. Alessandro Gasparini intitolata "Valutazione della sicurezza statica e sismica del complesso edilizio sede delle Scuole Ardigò e Mameli – Relazione di verifica", si prevede la saturazione dei vuoti presenti all'interno di alcuni maschi murari (canali di ventilazione di sezione 25x25cm e 20x20cm, mediante malta di tipo strutturale, al fine di rendere ciascun maschio murario interessato un elemento monolitico
---------------------	--

9.1. Intervento A

Per separare il complesso edilizio in due corpi di fabbrica di forma regolare, si prevede la realizzazione di un giunto sismico, mediante raddoppio delle strutture di elevazione verticale e taglio delle strutture esistenti.

Come riportato nelle Tavole grafiche allegate, si prevede di realizzare al piano interrato una nuova fondazione in c.a. e nuovi pilastri in c.a., idoneamente collegati in sommità al solaio in c.a. esistente, sopra il quale si prevede la messa in opera di un nuovo portale metallico al piano terra, dimensionato sulla base della rigidezza della porzione di parete in muratura del maschio murario dell'altra porzione di corpo di fabbrica.

In copertura, a sostegno delle terzere lignee, si prevede la messa in opera di una nuova capriata lignea analoga a quelle esistenti in legno massiccio C24, per effettuare poi il taglio delle terzere stesse.

Come riportato nella normativa di riferimento, la distanza tra costruzioni adiacenti deve essere tale da evitare possibili fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti determinati per lo SLV.

In ogni caso è riportato al capitolo 7 del D.M. 17.01.2018 che la distanza tra due punti che si fronteggiano non può essere inferiore ad $1/100$ della quota dei punti considerati misurata dal piano di fondazione, moltiplicata per $2 a_g S / g \leq 1$.

Mediante l'analisi lineare dinamica del modello FEM dello stato di progetto, riportata in dettaglio al capitolo successivo, si sono determinati lo spostamento massimo orizzontale allo SLV del Corpo "A" e del Corpo "B":

Corpo "A":

spostamento massimo orizzontale (direzione x) a quota solaio sopra PT:	0,9 cm
spostamento massimo orizzontale (direzione x) a quota imposta copertura:	14,8 cm

Corpo "B":

spostamento massimo orizzontale (direzione x) a quota solaio sopra PT:	0,1 cm
spostamento massimo orizzontale (direzione x) a quota imposta copertura:	0,9 cm

La distanza tra due punti che si fronteggiano, inoltre, non può essere inferiore a:

$$\frac{1}{100} H \frac{2 \cdot a_g \cdot S}{g}$$

con

H = 6 m (e 11,2 m)

S = 1,5

(valore ricavato da SismiCAD – rif. Tab. 3.2.IV D.M. 17.01.2018)

$a_g / g = 0,0944$

(valore adimensionale ricavato da SismiCAD)

a quota solaio sopra PT:

$$\frac{1}{100} H \frac{2 \cdot a_g \cdot S}{g} = 1,7 \text{ cm}$$

a quota imposta copertura:

$$\frac{1}{100} H \frac{2 \cdot a_g \cdot S}{g} = 22 \text{ cm}$$

Il giunto sismico, pertanto, a quota solaio sopra PT dovrà essere pari ad almeno 30mm, a quota imposta copertura invece pari a 220mm.

Si riporta di seguito il dimensionamento del portale metallico al piano terra.

Il calcolo del portale viene impostato sulla verifica del ripristino della rigidezza della parete muraria in cui viene inserita l'apertura, facendo direttamente riferimento alla porzione di muratura eliminata, come riportato al capitolo C.8.4.3 della Circolare 2 Febbraio 2009 n.617.

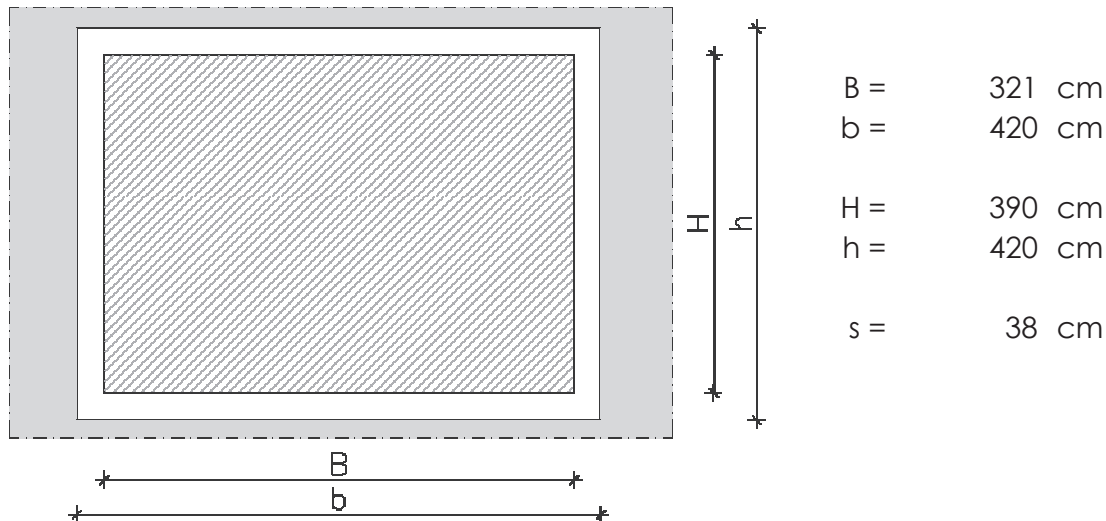
Per garantire, ad apertura effettuata, il ripristino della funzionalità statica della parete rispetto alla configurazione precedente, si può perseguire l'equivalenza meccanica tra il telaio inserito e la porzione di muratura eliminata.

Sotto l'azione di una data forza orizzontale, si impone che i due sistemi presentino lo stesso spostamento: ne deriva una uguaglianza tra la rigidezza alla traslazione del telaio (pari alla sommatoria delle rigidezze dei piedritti che lo costituiscono) e quella della muratura eliminata.

Per definire il modulo di elasticità tangenziale della muratura in esame, si fa riferimento alla Tabella C8A.2.1 riportata nella Circolare n.617/2009:

$$G = \frac{4000}{\gamma_M \cdot FC} = \frac{4000}{2 \cdot 1,35} = 1481 \text{ daN/cm}^2$$

9.1.1. Calcolo dei piedritti



Si assume:

$G =$	1481 daN/m ²	modulo di elasticità tangenziale della muratura
		[Circ.617/2009]
$E =$	2100000 daN/m ²	modulo di elasticità del materiale costituente il telaio
$n =$	12	variabile da 3 a 12, a seconda del vincolo in sommità della parete muraria

La relazione di equivalenza fra le rigidezze è:

$$\frac{G \cdot A}{h \cdot \left[1,2 \cdot \frac{2}{n} \cdot \left(\frac{h}{b} \right)^2 \right]} = \frac{12 \cdot E \cdot \sum J}{H^3}$$

Rigidezza alla traslazione della muratura:

$$\frac{G \cdot A}{h \cdot \left[1,2 \cdot \frac{2}{n} \cdot \left(\frac{h}{b} \right)^2 \right]} = 31472,5$$

Rigidezza flessionale dei piedritti in c.a.:

$$\frac{12 \cdot E \cdot \sum J}{H^3} = 0,42482 \cdot \sum J$$

$$\sum J = 74084,1 \text{ cm}^4$$

Si prevede pertanto la realizzazione di n.5 colonne in acciaio HEA280

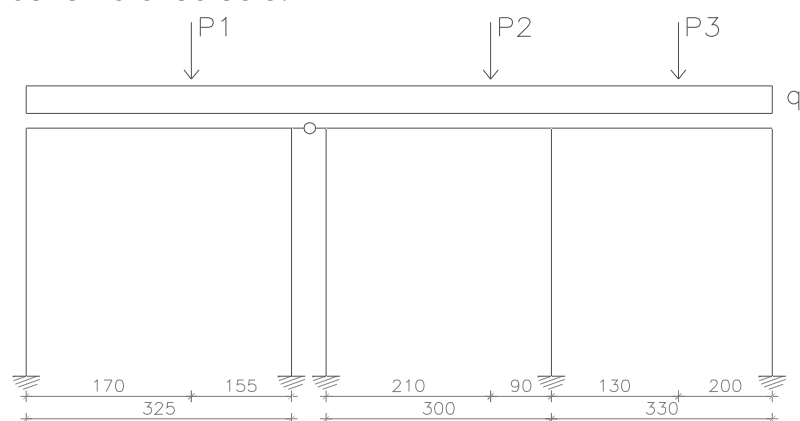
9.1.2. Calcolo dell'architrave e dei giunti

Per la verifica dell'architrave, costituito da un profilo metallico HEA160, e per ricavare le sollecitazioni agenti in corrispondenza dei nodi di sommità e alla base, si realizza un modello FEM del portale mediante il programma di calcolo SismiCAD 12.13.

Analisi dei carichi solaio agibile sopra PT:

Carichi permanenti strutturali e peso proprio	G1 = 390 daN/mq
Carichi permanenti non strutturali non compiutamente definiti	G2 = 110 daN/mq
Carichi variabili	Q = 300 daN/mq

Schema di calcolo:



$$q_{G1} = 200 \text{ daN/m}$$

$$q_{G2} = 0 \text{ daN/m}$$

$$q_Q = 0 \text{ daN/m}$$

$$P1_{G1} = 390 \times (3,8/2 \times 1,6/2) = 1053 \text{ daN}$$

$$P1_{G2} = 110 \times (3,8/2 \times 1,6/2) = 297 \text{ daN}$$

$$P1_Q = 200 \times (3,8/2 \times 1,6/2) = 810 \text{ daN}$$

$$P2_{G1} = 390 \times (2,2 \times 4,5/2) = 1931 \text{ daN}$$

$$P2_{G2} = 110 \times (2,2 \times 4,5/2) = 545 \text{ daN}$$

$$P2_Q = 200 \times (2,2 \times 4,5/2) = 1485 \text{ daN}$$

$$P3_{G1} = 390 \times (2,2 \times 4,1/2) = 1759 \text{ daN}$$

$$P3_{G2} = 110 \times (2,2 \times 4,1/2) = 496 \text{ daN}$$

$$P3_Q = 200 \times (2,2 \times 4,1/2) = 1353 \text{ daN}$$

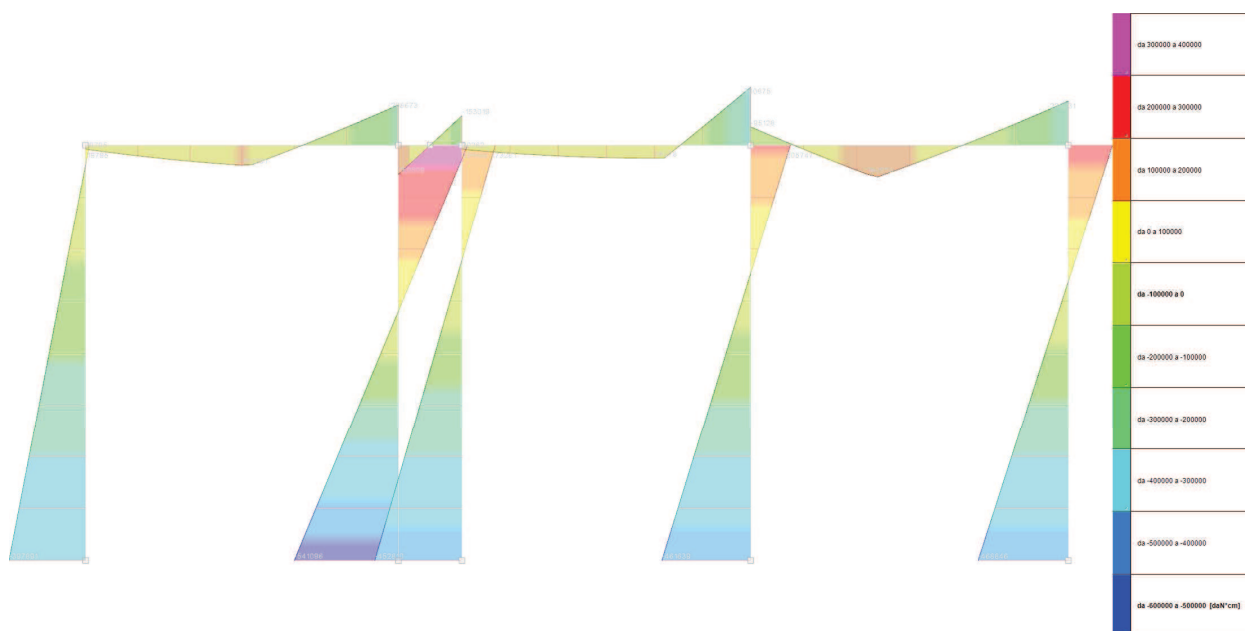


diagramma momento flettente

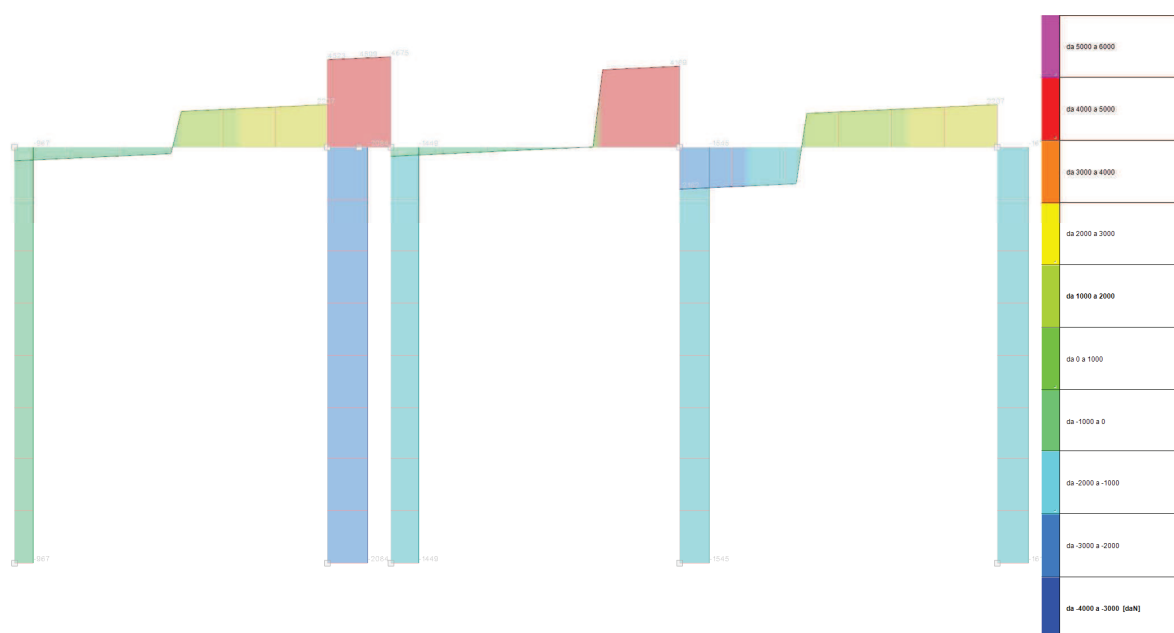


diagramma sforzo di taglio

La normativa riporta inoltre che, tramite la cerchiatura, non devono essere prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme.

Per determinare la forza orizzontale a cui è soggetta la cerchiatura in esame in caso di sisma, si prende a riferimento il taglio ultimo sopportabile dalla porzione di parete in muratura che viene eliminata:

$$T_u = l \cdot s \cdot \tau \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1,5 \cdot \tau}} = 7660 \text{ daN}$$

con:

$l = 420\text{cm}$	<i>lunghezza della parete da eliminare</i>
$s = 38\text{cm}$	<i>spessore della parete da eliminare</i>
$\tau = 0,32 \text{ daN/cm}^2$	<i>resistenza a taglio del maschio murario</i>
$\sigma_0 = \frac{N}{l \cdot s} = 0,6 \text{ daN/cm}^2$	<i>tensione normale media riferita all'area totale $l \cdot s$ indotta dalla risultante N dei carichi verticali gravanti sulla porzione di muratura da eliminare</i>

Le massime sollecitazioni agli SLU, ricavate mediante il programma di calcolo, sono:

in sommità: $M_A = 4279 \text{ daNm}$
 $V_A = 2728 \text{ daN}$

alla base: $M_G = 7058 \text{ daNm}$
 $V_G = 2728 \text{ daN}$

Giunto bullonato di sommità

Momento flettente massimo agente in sommità delle colonne:

$M_A = 4279 \text{ daNm}$

Taglio massimo agente in sommità delle colonne:

$V_A = 2728 \text{ daN}$

Forza massima di trazione sul bullone più sollecitato:

$$F_{t,Sd} = \frac{M}{n_{colonne} \cdot \sum y_i^2} \cdot y_{max} = \frac{427900}{2 \cdot (4,5^2 + 31,5^2)} \cdot 31,5 = 6656 \text{ daN}$$

Trazione resistente di una barra M16 cl.8.8:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}} = 9043 \text{ daN}$$

Taglio agente sul singolo bullone:

$$F_{v,Sd} = \frac{V}{n} = \frac{2728}{4} = 682 \text{ daN}$$

Taglio resistente di una barra M16 cl.8.8:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}} = 6029 \text{ daN}$$

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto:

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{682}{6029} + \frac{6656}{1,4 \cdot 9043} = 0,64 < 1$$

$$\frac{F_{t,Sd}}{F_{t,Rd}} = \frac{6656}{9043} = 0,74 < 1$$

Per i dettagli costruttivi si rimanda alle tavole grafiche allegate alla presente relazione.

Ancoraggio alla base

Momento flettente massimo agente in sommità delle colonne:

$$M_A = 4279 \text{ daNm}$$

Taglio massimo agente in sommità delle colonne:

$$V_A = 2728 \text{ daN}$$

Si prevedono n.4 tirafondi M20 cl.8.8 ancorati nel nuovo getto in cls sottostante previsto.

Forza massima di trazione sul tirafondo più sollecitato:

$$F_{t,Sd} = \frac{M}{n_{colonne} \cdot \sum y_i^2} \cdot y_{max} = \frac{705800}{2 \cdot (6^2 + 32^2)} \cdot 32 = 10653 \text{ daN}$$

Trazione resistente di una barra M20 cl.8.8:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}} = 9043 \text{ daN}$$

Per i dettagli costruttivi si rimanda alle tavole grafiche allegate alla presente relazione.

9.2. Intervento B

Per compensare l'effetto di indebolimento strutturale effettuato con l'eliminazione di alcune pareti interne trasversali, si provvede alla cerchiatura delle aperture stesse a mezzo di un nuovo telaio, costituito da piedritti in c.a. vincolati solidalmente in sommità e alla base alle strutture in c.a. esistenti.

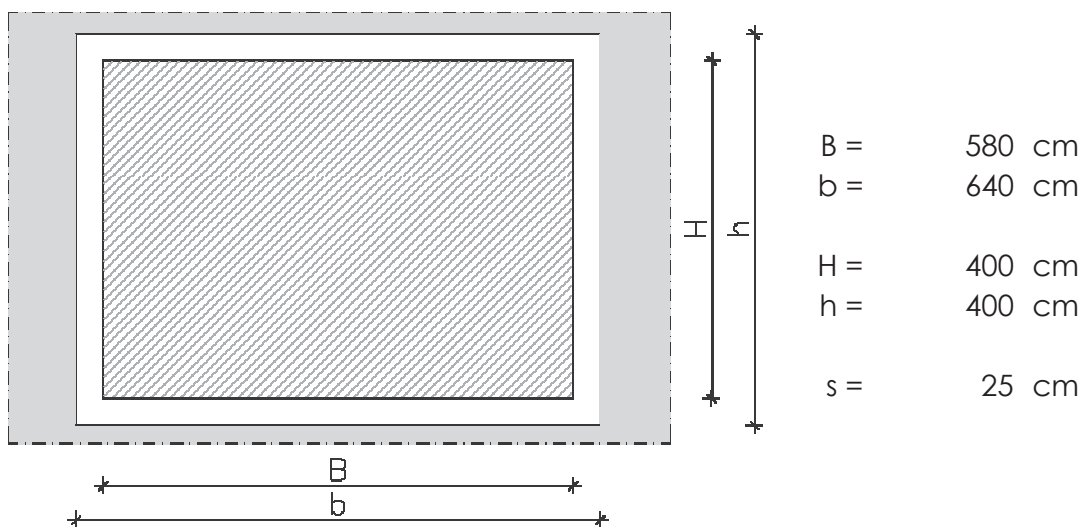
Come già riportato per l'intervento A, il calcolo della cerchiatura viene impostato sulla verifica del ripristino della rigidezza della parete muraria in cui viene inserita l'apertura, facendo direttamente riferimento alla porzione di muratura eliminata, come riportato al capitolo C.8.4.3 della Circolare 2 Febbraio 2009 n.617.

Per garantire, ad apertura effettuata, il ripristino della funzionalità statica della parete rispetto alla configurazione precedente, si può perseguire l'equivalenza meccanica tra il telaio inserito e la porzione di muratura eliminata.

Sotto l'azione di una data forza orizzontale, si impone che i due sistemi presentino lo stesso spostamento: ne deriva una uguaglianza tra la rigidezza alla traslazione del telaio (pari alla sommatoria delle rigidezze dei piedritti che lo costituiscono) e quella della muratura eliminata.

Per definire il modulo di elasticità tangenziale della muratura in esame, si fa riferimento alla Tabella C8A.2.1 riportata nella Circolare n.617/2009:

$$G = \frac{4000}{\gamma_M \cdot FC} = \frac{4000}{2 \cdot 1,35} = 1481 \text{ daN/cm}^2$$



Si assume:

G =	1481 daN/m ²	modulo di elasticità tangenziale della muratura [Circ.Min.617/2009]
E =	336750 daN/m ²	modulo di elasticità del materiale costituente il telaio
n =	12	variabile da 3 a 12, a seconda del vincolo in sommità della parete muraria

La relazione di equivalenza fra le rigidezze è:

$$\frac{G \cdot A}{h \cdot \left[1,2 \cdot \frac{2}{n} \cdot \left(\frac{h}{b} \right)^2 \right]} = \frac{12 \cdot E \cdot \sum J}{H^3}$$

Rigidezza alla traslazione della muratura:

$$\frac{G \cdot A}{h \cdot \left[1,2 \cdot \frac{2}{n} \cdot \left(\frac{h}{b} \right)^2 \right]} = 42436,2$$

Rigidezza flessionale dei piedritti in c.a.:

$$\frac{12 \cdot E \cdot \sum J}{H^3} = 0,06314 \cdot \sum J$$

$$\sum J = 672091 \text{ cm}^4$$

Ciascun piedritto deve essere costituito da un pilastro in c.a. di sezione 50x40cm.

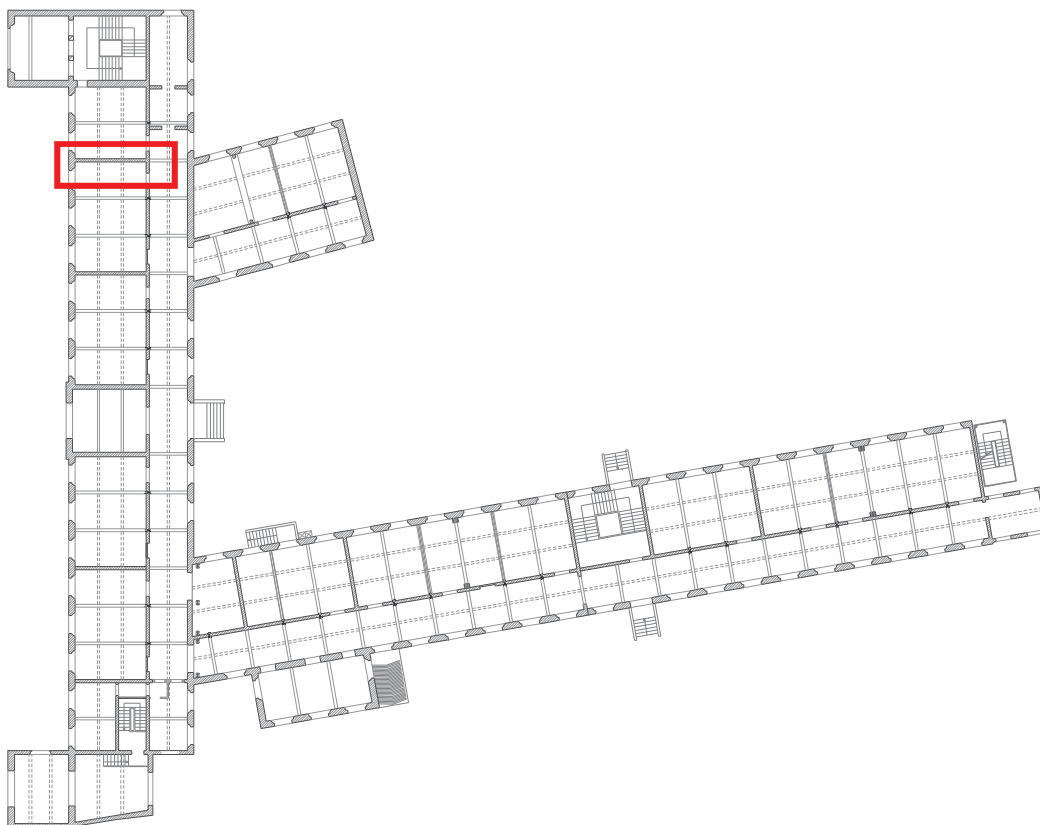
9.3. Intervento E

Si prevede il rinforzo delle pareti trasversali interne al piano primo (che non soddisfano i requisiti del cap. 7.8.4.1 del D.M. 17.01.2018) mediante intonaco armato su entrambe le facce, con rete in fibra di vetro a maglia 66x66mm e intonaco a base di calce idraulica naturale di spessore 30mm.

Mediante il programma di calcolo SismiCad 12.13 sono state effettuate le verifiche di tali pareti al piano primo allo stato di fatto e dopo l'intervento di consolidamento.

Verifiche dello stato di fatto

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



Maschio considerato membratura sismica secondaria

Dati geometrici

X ini.	Y ini.	X fin.	Y fin.	Quota i.	Quota.s	l	Sp.	h netta	h ini.	h fin.	a	a.s.,sx	a.s.,dx
1276.1	-1365.8	585.1	-1365.8	L3	L4	691	25	510	540	540			

Caratteristiche del materiale

ARDIGO Muratura in mattoni pieni e malta di calce LC2 Connessione trasversale

fk o fmedio	fvk0 o τ	E	G	FC
41.6	0.99	15000	6000	1.2

Verifica a pressoflessione per azioni non sismiche 4.5.6.2 D.M. 17-01-18 (N.T.C.) $\gamma_M = 3$

Comb.	Quota	N	M	p	es1	es2	ea	ev	e ver	Φt	Φl	Nu	Verifica
SLU 1	1095	-730	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 1	825	-9892	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 1	555	-17538	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 18	1095	-1817	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 18	825	-13749	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 18	555	-23683	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 17	1095	-1818	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 17	825	-13747	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 17	555	-23675	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 16	1095	-1235	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 16	825	-13150	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 16	555	-23089	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 15	1095	-1089	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 15	825	-13008	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 15	555	-22953	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 14	1095	-798	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 14	825	-12709	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 14	555	-22660	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 13	1095	-1381	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 13	825	-13307	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella

Comb.	Quota	N	M	p	es1	es2	ea	ev	e ver	Φt	Φl	Nu	Verifica
SLU 13	555	-23243	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 12	1095	-1381	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 12	825	-13305	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 12	555	-23234	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 11	1095	-799	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 11	825	-12708	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 11	555	-22649	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 10	1095	-1456	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 10	825	-10634	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella
SLU 10	555	-18283	0	1	0	0	2.55	0	2.55		1		No, h/t=20.4 m=0.612 Fuori tabella

Verifica a taglio nel piano secondo NTC D.M. 17-01-18 NTC §7.8.2.2.2 oppure Circ. 617 02-02-09 §C8.7.1.5 con rottura più favorevole tra scorrimento e fessurazione diagonale in combinazioni non sismiche, $\gamma_M = 3$

Comb.	Quota	N	V par	M	σ_0	σ_N	I'	fvd	Vt scorr.	Vt fess.diag.	c.s.	Verifica
SLU 8	555	-18572	3	588419	1.08	1.08	691	0.42	7217	13515	4251.1	Si
SLU 8	1095	-1748	0	583228	0.1	1.97	35.54	0.54	477	7938	32619.42	Si
SLU 17	555	-23675	3	605878	1.37	1.37	691	0.46	7898	14797	4977.72	Si
SLU 17	1095	-1818	0	601320	0.11	1.65	44.16	0.49	545	7969	30955.09	Si
SLU 18	555	-23683	3	606776	1.37	1.37	691	0.46	7899	14799	4302.16	Si
SLU 18	1095	-1817	0	600987	0.11	1.64	44.33	0.49	546	7969	32523.12	Si
SLU 13	555	-23243	3	455450	1.35	1.35	691	0.45	7840	14692	5087.5	Si
SLU 13	1095	-1381	0	450188	0.08	0.95	58.24	0.4	584	7771	44415.56	Si
SLU 10	555	-18283	3	487773	1.06	1.06	691	0.42	7179	13439	4407.39	Si
SLU 10	1095	-1456	0	482475	0.08	1.36	42.7	0.46	487	7806	41527.54	Si
SLU 20	555	-23393	3	506131	1.35	1.35	691	0.46	7860	14729	4450.16	Si
SLU 20	1095	-1526	0	500234	0.09	1.15	52.85	0.43	566	7837	41327.35	Si
SLU 3	555	-18132	3	437092	1.05	1.05	691	0.41	7159	13399	5099.75	Si
SLU 3	1095	-1311	0	432429	0.08	1.11	47.26	0.42	499	7740	44660.94	Si
SLU 7	555	-18564	3	587521	1.07	1.07	691	0.42	7216	13513	4982.72	Si
SLU 7	1095	-1749	0	583561	0.1	1.98	35.37	0.54	476	7938	31036.47	Si
SLU 9	555	-17990	3	386743	1.04	1.04	691	0.41	7140	13361	4914.25	Si
SLU 9	1095	-1165	0	381864	0.07	0.87	53.33	0.39	521	7672	55626.17	Si
SLU 19	555	-23100	3	405101	1.34	1.34	691	0.45	7821	14658	4919.72	Si
SLU 19	1095	-1234	0	399623	0.07	0.76	65.27	0.38	612	7704	55189.3	Si

Verifica a pressoflessione fuori piano D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

quota 825 Wa 0.05 denominatore 8

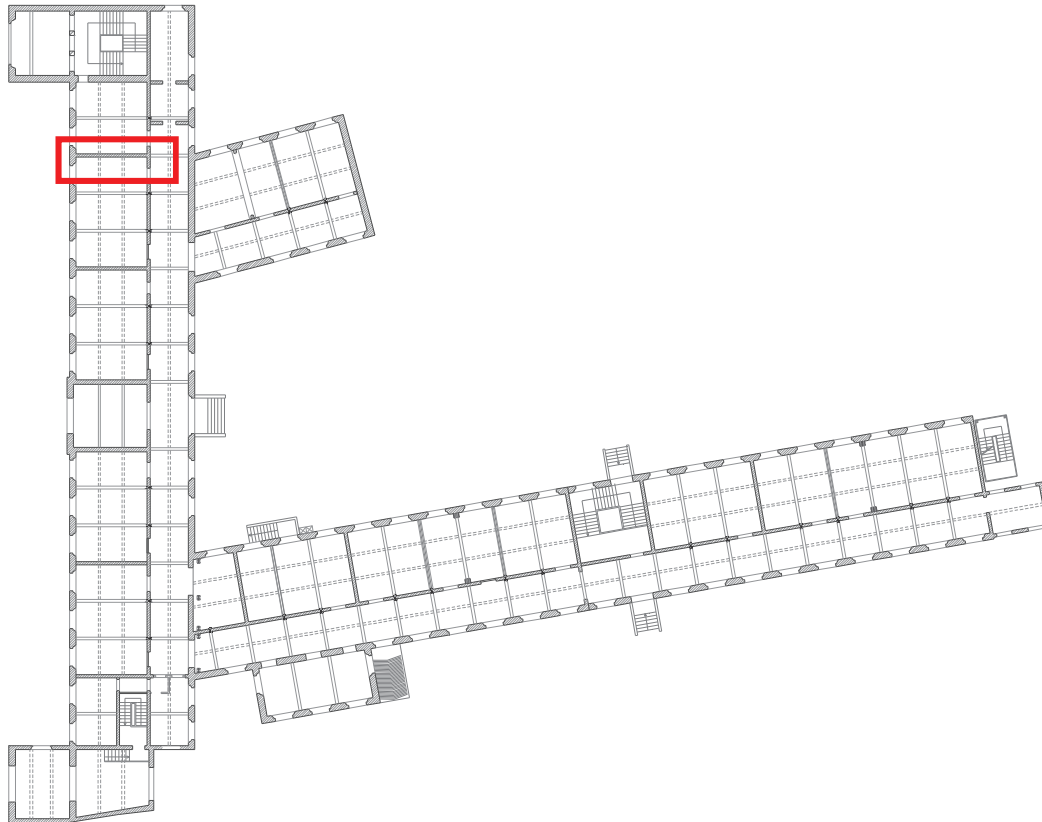
Comb.	fd	Sa	x	N	M	Mc	Coeff.s.	Verifica
SLV 5	14	0.3	1.18	-9973	101651	118802	1.17	Si
SLV 6	14	0.3	1.18	-9973	101651	118802	1.17	Si
SLV 9	14	0.3	1.18	-9985	101651	118941	1.17	Si
SLV 10	14	0.3	1.18	-9985	101651	118941	1.17	Si
SLV 1	14	0.3	1.18	-9986	101651	118952	1.17	Si
SLV 2	14	0.3	1.18	-9986	101651	118952	1.17	Si
SLV 3	14	0.3	1.18	-10010	101651	119219	1.17	Si
SLV 4	14	0.3	1.18	-10010	101651	119219	1.17	Si
SLV 13	14	0.3	1.18	-10027	101651	119416	1.17	Si
SLV 14	14	0.3	1.18	-10027	101651	119416	1.17	Si

Tabella dei coefficienti di sicurezza minimi

Stato limite	Coeff.s.	Comb.	Verifica
PF SLU	0	SLU 20	No
V SLU	4251.099	SLU 8	Si
PFFP SLV	1.169	SLV 5	Si

Verifiche dello stato di progetto

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



Dati geometrici

X ini.	Y ini.	X fin.	Y fin.	Quota i.	Quota.s	I	Sp.	h netta	h ini.	h fin.	a	a.s.,sx	a.s.,dx
1276.1	-1365.8	585.1	-1365.8	L3	L4	691	25	510	540	540			

Caratteristiche del materiale

ARDIGO Muratura in mattoni pieni e malta di calce LC2 Connessione trasversale

fk o fmedio	fvk0 o τ	E	G	FC
41.6	0.99	15000	6000	1.2

Materiale per rete di fibra

Materiale	Fu Verticale	Fu Orizzontale	E	εu	Tipo fibra
FBMESH 66x66T96AR	53	53	230000	0.015	Vetro

Rinforzo con rete di fibra

materiale rete di fibra: FBMESH 66x66T96AR

condizione di esposizione: esterna

rete ancorata ad entrambe le estremità

materiale intonaco: NHL

tipo verifica a taglio con metodo Fibrenet®

tipo blocco utilizzato per la verifica a taglio con metodo Fibrenet® mattoni con singolo paramento

Verifica a pressoflessione nel piano delle sezioni rinforzate con rete a fibra in combinazioni non sismiche, $\gamma_M = 3$

Deformazione massima di progetto del rinforzo di FRP $\epsilon_{fd} = 0.008864$

Comb.	Quota	M	N	c.s.	Verifica
SLU 20	555	59494	-24177	8.18	Si
SLU 20	1095	63790	-2339	76.87	Si
SLU 13	555	82878	-23958	8.22	Si
SLU 13	1095	87671	-2125	80.49	Si
SLU 19	555	13138	-24051	8.28	Si
SLU 19	1095	16530	-2210	87.65	Si
SLU 17	555	187049	-23922	8.09	Si
SLU 17	1095	194499	-2099	67.77	Si
SLU 14	555	-34193	-23821	8.33	Si
SLU 14	1095	-31883	-1979	94.69	Si
SLU 18	555	130209	-24188	8.08	Si
SLU 18	1095	136085	-2356	68.65	Si
SLU 16	555	94338	-23670	8.3	Si
SLU 16	1095	99979	-1843	88.81	Si
SLU 12	555	139718	-23692	8.23	Si
SLU 12	1095	146085	-1867	80.48	Si
SLU 15	555	12163	-23947	8.32	Si
SLU 15	1095	15377	-2107	92.02	Si
SLU 11	555	47007	-23440	8.45	Si
SLU 11	1095	51565	-1611	109.68	Si

Verifica a taglio nel piano delle sezioni rinforzate con rete a fibra per combinazioni non sismiche, $\gamma_m = 3$

La verifica viene condotta sostituendo il valore di resistenza a taglio r_m col valore $f_t \cdot \text{calc} / 1.5$

Comb.	Quota	M	N	Nadd	V	I'	fvd	o0	ft,calc	Vt scorr.	Vt fess.diag.	c.s.	Verifica
SLU 15	555	12163	-23947	0	2	691	0.77	-0.43	2.82	16596	29759	12005.82	Si
SLU 15	1095	15377	-2107	0	7	691	0.64	-0.04	2.82	13684	21132	3076.73	Si
SLU 10	555	61129	-18828	0	2	691	0.74	-0.34	2.82	15913	27977	11598.67	Si
SLU 10	1095	64659	-2028	0	7	691	0.64	-0.04	2.82	13673	21094	2859.38	Si
SLU 18	555	130209	-24188	0	3	691	0.78	-0.43	2.82	16628	29841	11873.34	Si
SLU 18	1095	136085	-2356	0	9	691	0.64	-0.04	2.82	13717	21250	2468.37	Si
SLU 3	555	84514	-18610	0	2	691	0.74	-0.33	2.82	15884	27898	14015.7	Si
SLU 3	1095	88540	-1814	0	7	691	0.64	-0.03	2.82	13645	20992	3202.93	Si
SLU 7	555	188684	-18573	0	2	691	0.74	-0.33	2.82	15879	27885	17345.61	Si
SLU 7	1095	195367	-1788	0	7	691	0.64	-0.03	2.82	13641	20979	3006.84	Si
SLU 20	555	59494	-24177	0	3	691	0.78	-0.43	2.82	16626	29837	11022.99	Si
SLU 20	1095	63790	-2339	0	8	691	0.64	-0.04	2.82	13715	21241	2606.28	Si
SLU 17	555	187049	-23922	0	2	691	0.77	-0.43	2.82	16592	29751	15639.2	Si
SLU 17	1095	194499	-2099	0	8	691	0.64	-0.04	2.82	13683	21128	2726.08	Si
SLU 13	555	82878	-23958	0	2	691	0.77	-0.43	2.82	16597	29763	13024.27	Si
SLU 13	1095	87671	-2125	0	7	691	0.64	-0.04	2.82	13686	21140	2885.24	Si
SLU 8	555	131845	-18840	0	2	691	0.74	-0.34	2.82	15915	27981	12612.31	Si
SLU 8	1095	136954	-2046	0	8	691	0.64	-0.04	2.82	13676	21102	2693.06	Si
SLU 19	555	13138	-24051	0	3	691	0.78	-0.43	2.82	16610	29794	11292.25	Si
SLU 19	1095	16530	-2210	0	7	691	0.64	-0.04	2.82	13698	21181	2892.21	Si

Verifica a pressoflessione fuori piano muratura rinforzata con rete a fibra D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

quota 825 Ta 0.25 Wa 0.05 denominatore 8

Deformazione massima di progetto del rinforzo di FRP $\epsilon_{fd} = 0.008864$

Comb.	fd	fcd	fyd	N	Sa	M	x	Coeff.s.	Verifica
SLV 10	14	33	2039	-10912	0.3	101651	25	7.22	Si
SLV 7	14	33	2039	-10574	0.3	101651	25	7.23	Si
SLV 8	14	33	2039	-10575	0.3	101651	25	7.23	Si
SLD 1	23	50	2039	-10587	0.14	45654	25	20.63	Si
SLV 11	14	33	2039	-10767	0.3	101651	25	7.23	Si
SLV 12	14	33	2039	-10768	0.3	101651	25	7.23	Si
SLV 6	14	33	2039	-10719	0.3	101651	25	7.23	Si
SLV 13	14	33	2039	-11086	0.3	101651	25	7.22	Si
SLV 9	14	33	2039	-10912	0.3	101651	25	7.22	Si
SLV 14	14	33	2039	-11087	0.3	101651	25	7.22	Si

Tabella dei coefficienti di sicurezza minimi

Stato limite	Coeff.s.	Comb.	Verifica
PF SLU	8.077	SLU 18	Si
V SLU	2468.37	SLU 18	Si
PFFP SLV	7.218	SLV 14	Si

Significato dei simboli utilizzati:

X ini.: coordinate del punto iniziale del maschio [cm]
Y ini.: coordinate del punto iniziale del maschio [cm]
X fin.: coordinate del punto finale del maschio [cm]
Y fin.: coordinate del punto finale del maschio [cm]
Quota i.: livello o falda inferiore
Quota.s: livello o falda superiore
l: lunghezza del maschio [cm]
Sp.: spessore [cm]
h netta: altezza netta (a filo solai) [cm]
h ini.: altezza nel modello al punto iniziale [cm]
h fin.: altezza nel modello al punto finale [cm]
a: distanza tra irrigidimenti laterali [cm]
a.s.,sx: lunghezza di appoggio del solaio di sinistra [cm]
a.s.,dx: lunghezza di appoggio del solaio di destra [cm]
fk o fmedio: resistenza a compressione della muratura utilizzata [daN/cm²]
fvk0 o r: resistenza a taglio della muratura utilizzata [daN/cm²]
E: modulo di elasticità longitudinale della muratura utilizzato [daN/cm²]
G: modulo di elasticità tangenziale della muratura utilizzato [daN/cm²]
FC: fattore di confidenza della muratura
Comb.: combinazione
Quota: quota della sezione di verifica [cm]
N: sforzo normale alla quota [daN]
M: momento flettente nel piano [daN*cm]
p: fattore laterale di vincolo (4.5.6)
es1: eccentricità dovuta alla posizione eccentrica dei maschi sovrastanti la sezione di verifica [cm]
es2: eccentricità dovuta alla risultante eccentrica delle reazioni di appoggio dei solai sovrastanti [cm]
ea: eccentricità dovuta a tolleranze di esecuzione [cm]
ev: eccentricità dovuta ad azioni ortogonali (vento, sisma) [cm]
e ver: eccentricità di verifica nel piano normale al piano medio del maschio [cm]
Φt: coefficiente di riduzione della resistenza per eccentricità nel piano normale al mediano
Φl: coefficiente di riduzione della resistenza per eccentricità nel piano mediano
Nu: sforzo normale ultimo [daN]
Verifica: stato di verifica
Quota: quota della sezione di verifica [cm]
N: sforzo normale [daN]
V par: taglio nel piano [daN]
σ0: tensione media di compressione [daN/cm²]
σN: tensione media di compressione sulla parte reagente [daN/cm²]
l': lunghezza della parte compressa della parete [cm]
fvd: resistenza a taglio di calcolo [daN/cm²]
Vt scorr.: taglio ultimo per verifica a scorrimento [daN]
Vt fess.diag.: taglio ultimo per verifica a fessurazione diagonale [daN]
c.s.: coefficiente di sicurezza a taglio
fd: resistenza a compressione di calcolo [daN/cm²]
Sa: accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a g, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma
x: ampiezza reagente al collasso [cm]
M: momento flettente fuori piano [daN*cm]
Mc: momento di collasso per azioni perpendicolari al piano [daN*cm]
Coeff.s.: coefficiente di sicurezza
Stato limite: pF_SLU=Presso flessione per azioni non sismiche; V_SLU=Taglio per azioni non sismiche; PF_SLV=Presso flessione per azioni sismiche; V_SLV=Taglio per azioni sismiche; PFFP_SLV=Presso flessione fuori piano per azioni sismiche; R_SLV=Ribaltamento per azioni sismiche

9.4. Intervento F

Per impedire il ribaltamento di dei maschi murari tra le finestre di facciata al piano primo, si è ipotizzato di ricorrere all'ammorsamento degli elementi principali della copertura lignea (catene delle capriate, puntoni e diagonali) alla muratura mediante inghisaggi di barre con resina.

Come riportato al capitolo 10.3 della presente relazione, la forza orizzontale necessaria, in corrispondenza di ciascun maschio murario, risulta essere di almeno 541 daN.

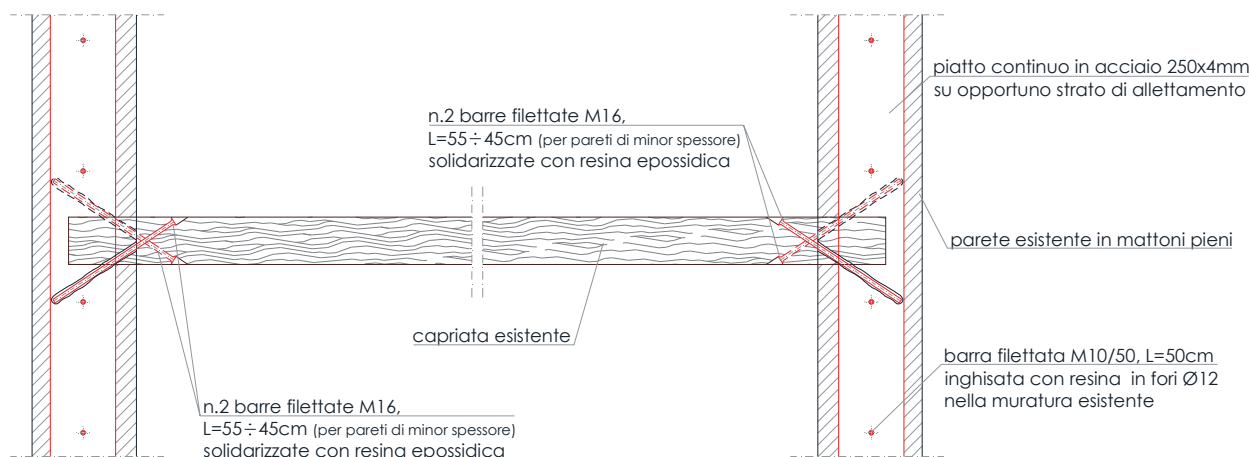
Questa forza si trasmette alla catena della capriata (sez. 18 x 23 cm), che corrisponde ad uno sforzo di trazione pari a:

$$\sigma = \frac{541}{18 * 23} = 1,31 \text{ daN/cm}^2$$

La resistenza di progetto del legno C22 (con resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre pari a 130 daN/cm²) risulta:

$$f_{t,d} = \frac{f_{t,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{130 * 0,8}{1,5} = 69,3 \text{ daN/cm}^2$$

valore di gran lunga superiore alla trazione richiesta per impedire il ribaltamento.



estratto dettaglio grafico intervento F

In questo modo si cambia lo schema statico delle pareti verticali che risultano essere vincolate anche in sommità; per conferire inoltre un comportamento vicino a quello scatolare, si prevede la messa in opera di un cordolo sommitale perimetrale costituito da un piatto di acciaio di spessore 4mm inghisato in maniera diffusa alle pareti in muratura.

10. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA – STATO DI PROGETTO

Per i beni culturali tutelati è necessario attenersi ad interventi di miglioramento sismico, come riportato nella Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri DPCM del 09.02.2011.

Nello specifico, gli interventi riportati al capitolo precedente portano ad un miglioramento sismico dei Corpi "A" e "B" che costituiscono il complesso edilizio in esame, in quanto gli fanno conseguire un maggior grado di sicurezza rispetto alle condizioni iniziali.

Tale miglioramento è apprezzabile soprattutto nei confronti dei possibili fenomeni di ribaltamento fuori dal piano.

Come riportato al capitolo 8.3 del D.M. 17.01.2018, la Valutazione e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti possono essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE.

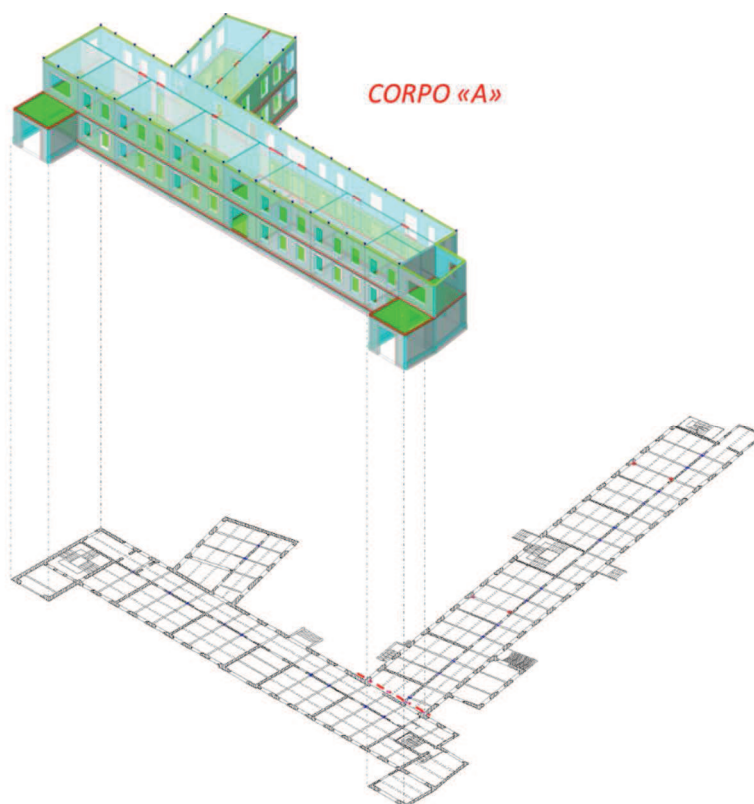
È indicato anche nelle "Linee Guida", infatti, che con una verifica nei confronti dello SLV si garantisce non solo l'incolumità delle persone ma la stessa conservazione del manufatto, che potrà essere restaurato a seguito dell'evento sismico. La verifica nei confronti dello SLD è considerata solo in relazione alla perdita di funzionalità (agibilità) del manufatto, in quanto si ritiene che la danneggiabilità di una costruzione storica in muratura, specie nei riguardi di un'azione sismica frequente, sia imprescindibile per tali manufatti e, come tale, conseguenza del tutto accettabile.

Nelle pagine seguenti, si riporta la modellazione FEM del complesso in esame per lo studio e la verifica globale del complesso stesso che tiene conto degli interventi di consolidamento previsti

Si riporta inoltre il dimensionamento del vincolo necessario ad evitare il ribaltamento fuori dal piano dei maschi murari al piano primo e la verifica dello stato di progetto.

10.1. Verifica globale – CORPO A

Per lo studio globale del corpo di fabbrica identificato con la lettera "A", una volta effettuati gli interventi di miglioramento previsti al capitolo precedente, viene realizzato un modello agli elementi finiti utilizzando il programma di calcolo SismiCAD 12.13.



vista modello FEM Corpo A – SismiCAD 12.13

10.1.1. Dati di input

Si omettono i dati di input, in quanto analoghi a quelli riportati al capitolo relativo allo studio del corpo di fabbrica allo stato di fatto.

10.1.2. Verifiche

Un metodo, largamente utilizzato anche nei programmi di calcolo (come ad esempio SismiCAD), per esplicitare il livello di sicurezza di un fabbricato esistente, è il calcolo degli indicatori di rischio sismico.

Gli indicatori di rischio sismico sono richiamati nella OPCM 3728 del 29 dicembre 2008 "Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'art. 32 bis del DL 30 settembre 2003 n.269, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24 novembre 2003 n.326, ed incrementato con la Legge 24 dicembre 2007 n.244".

E nell'allegato 2 della succitata Ordinanza vengono esposti i metodi di calcolo di tali indicatori, in particolare l'indice di rischio viene espresso come rapporto tra capacità e domanda:

indice di rischio sismico in termini di accelerazioni

$$i_{PGA} = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

indice di rischio sismico in termini di tempo di ritorno

$$i_{TR} = \left(\frac{TR_C}{TR_D} \right)^a \quad \text{con } a = 0,41$$

Valori prossimi o superiori all'unità di tali indicatori indicano un livello di rischio vicino a quello richiesto dalle norme vigenti; valori degli indicatori prossimi allo zero, invece, indicano un rischio elevato.

Tale metodologia, se pur nata con la OPCM sopra riportata, che aveva le finalità descritte nel titolo, è ormai largamente utilizzata in quanto rappresenta bene una scala di percezione del rischio.

Il D.M. 17.01.2018, al capitolo 8.3, riporta che “*nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ξ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione*”; si riporta pertanto nelle Tabelle di output di verifica di ciascun maschio murario anche tale rapporto.

Al capitolo 8.4.2 del D.M. 17.01.2018, relativo agli interventi di Miglioramento sismico, inoltre, è riportato che il valore di ξ_E per le costruzioni di classe III ad uso scolastico, a seguito degli interventi di miglioramento deve essere non minore di 0,6.

Si riportano di seguito le verifiche effettuate con il programma di calcolo dei maschi murari del corpo di fabbrica in esame.

Output di SismiCAD 12.13

Desc.: descrizione

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

ξ_E : rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo

Comb.: combinazione

PGA: accelerazione al suolo

PGA/PGArif: indicatore di rischio sismico in termini di PGA

TR: tempo di ritorno

$(TR/TRrif)^{0.41}$: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

Coeff.s.: coefficiente minimo prodotto dallo stato limite

Verifica: stato di verifica

Maschio: maschio

Stato limite: (maschio muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento

Trave: trave di collegamento in muratura

Stato limite: (trave muratura) V=Taglio; F=Flessione

TR,C: periodo di ritorno di capacità

TR,Rif: periodo di ritorno di riferimento

PAM: perdita media annua attesa

Classe PAM: classe di rischio PAM

IS-V: indice di sicurezza

Classe IS-V: classe di rischio IS-V

Tipo rottura: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati

Segnalazioni: eventuali segnalazioni

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.1

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.142

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.053

Tr,SLVrif = 712 anni

Tr,SLOrif = 45 anni

Indicatori minimi riferiti al solo materiale muratura

Desc.	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Maschio 21 "solaio1 - solaio2"	PF	1.419	SLV 13	0.201	1.421	2036	1.538
Maschio 22 "solaio1 - solaio2"	V	1.054	SLV 1	0.149	1.055	829	1.064
Maschio 123 "solaio2 - imposta copertura"	PFFP	1.781	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633

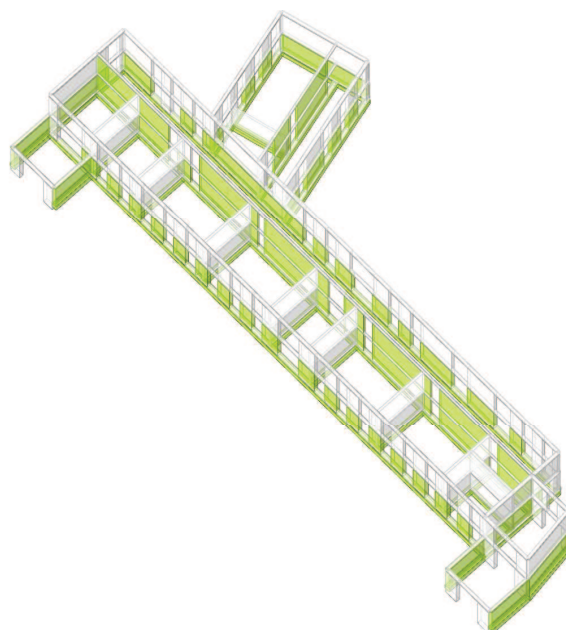
Verifica maschi in muratura

Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
1	PF	1.443	SLV 13	0.205	1.446	2144	1.571	Si
	V	1.65	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	2.593	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
2	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	6.481	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
3	PF	5.407	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.914	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
4	PF	5.691	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	4.055	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
5	PF	3.782	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.757	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
6	PF	3.159	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.213	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	4.649	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
7	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.458	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
8	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.336	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
9	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.305	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
10	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.305	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
11	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.115	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
12	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.892	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
13	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	6.644	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
14	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	6.262	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
15	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	6.231	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
16	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.67	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
17	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.794	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
18	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.904	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
19	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.83	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
20	PF	5.64	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	6.494	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
21	PF	1.419	SLV 13	0.201	1.421	2036	1.538	Si
	V	1.285	SLV 4	0.182	1.287	1505	1.359	Si

Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
	PFFP	2.027	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
22	PF	1.82	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.054	SLV 1	0.149	1.055	829	1.064	Si
	PFFP	4.446	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
23	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
24	PF	3.599	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.753	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
25	PF	3.887	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.496	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
26	PF	4.585	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.776	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
27	PF	4.581	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.541	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
28	PF	4.486	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.712	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
29	PF	4.651	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.81	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
30	PF	4.684	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.609	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
31	PF	5.55	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.308	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
32	PF	5.492	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.261	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
33	PF	4.636	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.675	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
34	PF	4.589	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.549	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
35	PF	4.489	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.709	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
36	PF	4.644	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.792	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
37	PF	4.547	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.531	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
38	PF	4.366	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.655	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
39	PF	3.894	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.331	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
40	PF	3.224	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.623	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.767	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
41	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
42	PF	4.694	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.571	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
43	PF	2.95	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.077	SLV 16	0.153	1.077	881	1.091	Si
	PFFP	5.451	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
44	PF	3.306	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.879	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	4.416	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
45	PFFP	5.139	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
46	PFFP	5.342	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
47	PFFP	5.634	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
48	PFFP	5.664	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
49	PFFP	5.507	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
50	PFFP	5.677	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
51	PFFP	5.61	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
52	PFFP	6.912	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
53	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
54	PFFP	3.278	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
55	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
56	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
57	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
58	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
59	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
60	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
61	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si

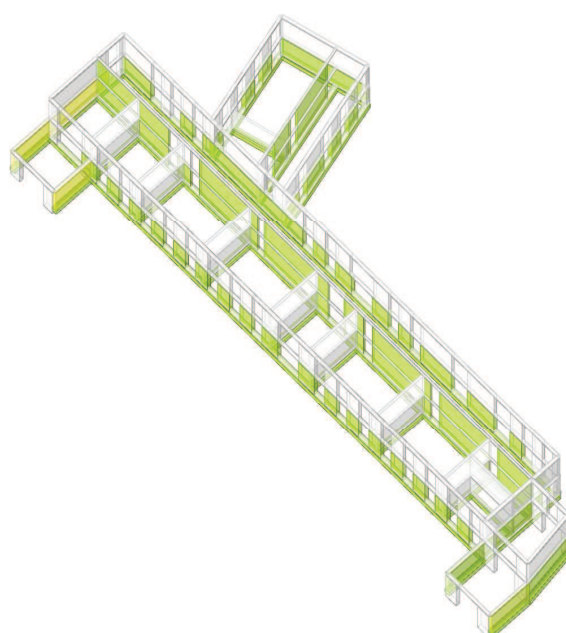
Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGA _{ref}	TR	(TR/TR _{ref}) ^{4.1}	Verifica
62	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
63	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
64	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
65	PF	5.324	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	5.379	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
66	PF	4.706	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.192	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
67	PF	5.19	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.535	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
68	PF	3.598	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.518	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
69	PF	5.554	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.474	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
70	PF	5.379	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.392	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
71	PF	3.416	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.356	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
72	PF	6.931	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.769	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.078	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
73	PF	3.7	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.437	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
74	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
75	PF	5.337	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.391	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
76	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
77	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
78	PFFP	2.096	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
79	PF	3.144	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.533	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	5.772	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
80	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
81	PF	3.49	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.03	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
82	PF	3.831	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.536	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
83	PFFP	5.023	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
84	PF	3.95	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.232	SLV 16	0.175	1.233	1321	1.288	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
85	PF	4.147	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.611	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
86	PF	3.391	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.716	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
87	PF	3.801	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.386	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
88	PFFP	4.619	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
89	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
90	PF	4.805	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.167	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
91	PFFP	2.771	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
92	PFFP	3.453	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
93	PFFP	2.956	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
94	PFFP	3.402	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
95	PFFP	4.198	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
96	PFFP	4.296	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
97	PFFP	3.719	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
98	PFFP	4.21	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
99	PFFP	4.236	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
100	PFFP	4.13	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
101	PFFP	4.081	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
102	PFFP	4.239	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
103	PFFP	4.254	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
104	PFFP	3.813	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
105	PFFP	4.191	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
106	PFFP	4.354	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
107	PFFP	3.832	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
108	PFFP	3.934	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
109	PFFP	4.569	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
110	PFFP	4.464	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
111	PFFP	2.119	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
112	PFFP	5.599	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
113	PFFP	5.737	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
114	PFFP	5.847	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
115	PFFP	5.825	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
116	PFFP	5.838	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
117	PFFP	5.879	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
118	PFFP	5.708	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
119	PFFP	5.873	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
120	PFFP	2.207	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
121	PFFP	2.275	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
122	PFFP	3.236	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
123	PFFP	1.781	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
124	PFFP	2.455	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
125	PF	3.268	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	5.348	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
126	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
127	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.696	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
128	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
129	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.955	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
130	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.561	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
131	PFFP	6.636	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
132	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.711	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
133	PFFP	3.455	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si
134	PFFP	3.33	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
135	PFFP	4.532	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
136	PFFP	3.756	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
137	PFFP	3.506	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
138	PFFP	4.128	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
139	PFFP	4.735	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
140	PFFP	4.915	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
141	PFFP	3.806	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
142	PFFP	3.151	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
143	PFFP	2.761	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
144	PFFP	3.535	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
145	PFFP	4.189	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
146	PFFP	4.477	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
147	PFFP	3.057	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
148	PFFP	6.574	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
149	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
150	PFFP	2.903	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
151	PFFP	4.619	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
152	PFFP	4.247	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
153	PFFP	3.92	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
154	PFFP	3.578	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
155	PFFP	2.203	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
156	PFFP	3.235	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
157	PFFP	4.014	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
158	PFFP	3.924	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
159	PFFP	3.802	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
160	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.523	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
161	PFFP	2.378	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
162	PFFP	4.913	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
163	PFFP	5.089	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
164	PFFP	5.131	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
165	PFFP	4.634	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
166	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
167	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
168	PFFP	4.275	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
169	PFFP	6.475	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si



da 1.9 a 2
da 1.8 a 1.9
da 1.7 a 1.8
da 1.6 a 1.7
da 1.5 a 1.6
da 1.4 a 1.5
da 1.3 a 1.4
da 1.2 a 1.3
da 1.1 a 1.2
da 1 a 1.1
da 0.9 a 1
da 0.8 a 0.9
da 0.7 a 0.8
da 0.6 a 0.7
da 0.5 a 0.6
da 0.4 a 0.5
da 0.3 a 0.4
da 0.2 a 0.3
da 0.1 a 0.2
da 0 a 0.1

diagramma indicatori di rischio - pressoflessione nel piano



da 1.9 a 2
da 1.8 a 1.9
da 1.7 a 1.8
da 1.6 a 1.7
da 1.5 a 1.6
da 1.4 a 1.5
da 1.3 a 1.4
da 1.2 a 1.3
da 1.1 a 1.2
da 1 a 1.1
da 0.9 a 1
da 0.8 a 0.9
da 0.7 a 0.8
da 0.6 a 0.7
da 0.5 a 0.6
da 0.4 a 0.5
da 0.3 a 0.4
da 0.2 a 0.3
da 0.1 a 0.2
da 0 a 0.1

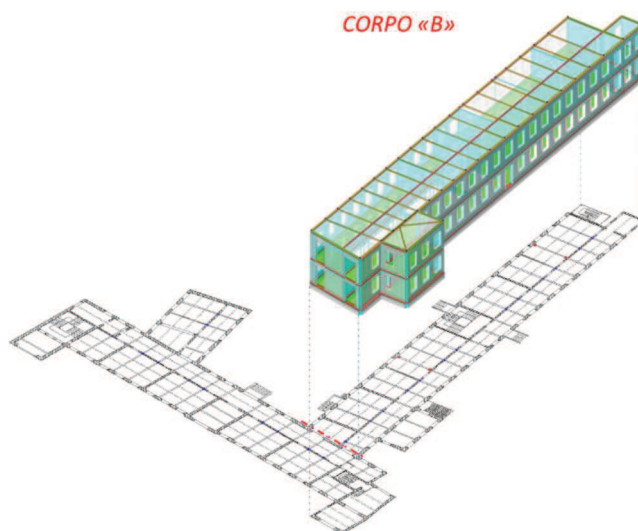
diagramma indicatori di rischio - taglio

Gli schemi grafici riportati evidenziano per ciascun maschio murario il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente alla pressoflessione e al taglio.

Come è possibile notare, gli indicatori di rischio e, di conseguenza, il coefficiente ξ_E risultano tutti maggiori dell'unità.

10.2. Verifica globale – CORPO B

Per lo studio globale del corpo di fabbrica identificato con la lettera “B” allo stato di progetto, e di tutti gli elementi che lo costituiscono, viene realizzato un modello agli elementi finiti utilizzando il programma di calcolo SismiCAD 12.13.



vista modello FEM Corpo B – SismiCAD 12.13

10.2.1. Dati di input

Si omettono i dati di input, in quanto analoghi a quelli riportati al capitolo relativo allo studio del corpo di fabbrica allo stato di fatto.

10.2.2. Verifiche

Come effettuato per il Corpo “A”, per esplicitare il livello di sicurezza di un fabbricato esistente, si ricorre al calcolo degli indicatori di rischio sismico.

Gli indicatori di rischio sismico sono richiamati nella OPCM 3728 del 29 dicembre 2008 “Modalità di attivazione del Fondo per interventi straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri, istituito ai sensi dell'art. 32 bis del DL 30 settembre 2003 n.269, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24 novembre 2003 n.326, ed incrementato con la Legge 24 dicembre 2007 n.244”.

E nell'allegato 2 della succitata Ordinanza vengono esposti i metodi di calcolo di tali indicatori, in particolare l'indice di rischio viene espresso come rapporto tra capacità e domanda:

indice di rischio sismico in termini di accelerazioni

$$i_{PGA} = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

indice di rischio sismico in termini di tempo di ritorno

$$i_{TR} = \left(\frac{TR_C}{TR_D} \right)^a \quad \text{con } a = 0,41$$

Valori prossimi o superiori all'unità di tali indicatori indicano un livello di rischio vicino a quello richiesto dalle norme vigenti; valori degli indicatori prossimi allo zero, invece, indicano un rischio elevato.

Tale metodologia, se pur nata con la OPCM sopra riportata, che aveva le finalità descritte nel titolo, è ormai largamente utilizzata in quanto rappresenta bene una scala di percezione del rischio.

Il D.M. 17.01.2018, al capitolo 8.3, riporta che “*nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ξ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione*”; si riporta pertanto nelle Tabelle di output di verifica di ciascun maschio murario anche tale rapporto.

Al capitolo 8.4.2 del D.M. 17.01.2018, relativo agli interventi di Miglioramento sismico, inoltre, è riportato che il valore di ξ_E per le costruzioni di classe III ad uso scolastico, a seguito degli interventi di miglioramento deve essere non minore di 0,6.

Si riportano di seguito le verifiche effettuate con il programma di calcolo dei maschi murari del corpo di fabbrica in esame.

Output di SismiCAD 12.13

Desc.: descrizione

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

ξ_E : rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo

Comb.: combinazione

PGA: accelerazione al suolo

PGA/PGArif: indicatore di rischio sismico in termini di PGA

TR: tempo di ritorno

(TR/TRrif)^{0.41}: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

Coeff.s.: coefficiente minimo prodotto dallo stato limite

Verifica: stato di verifica

Maschio: maschio

Stato limite: (maschio muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento

Trave: trave di collegamento in muratura

Stato limite: (trave muratura) V=Taglio; F=Flessione

TR,C: periodo di ritorno di capacità

TR,Rif: periodo di ritorno di riferimento

PAM: perdita media annua attesa

Classe PAM: classe di rischio PAM

IS-V: indice di sicurezza

Classe IS-V: classe di rischio IS-V

Tipo rottura: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati

Segnalazioni: eventuali segnalazioni

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.1

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.142

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.053

Tr,SLVrif = 712 anni

Tr,SLOrif = 45 anni

Indicatori minimi riferiti al solo materiale muratura

Desc.	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41
Maschio 22 "solaiol - solaiol2"	PF	1.232	SLV 12	0.175	1.234	1322	1.289
Maschio 24 "solaiol - solaiol2"	V	0.663	SLV 2	0.094	0.662	225	0.624
Maschio 94 "solaiol - solaiol2"	PFFP	1.922	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633

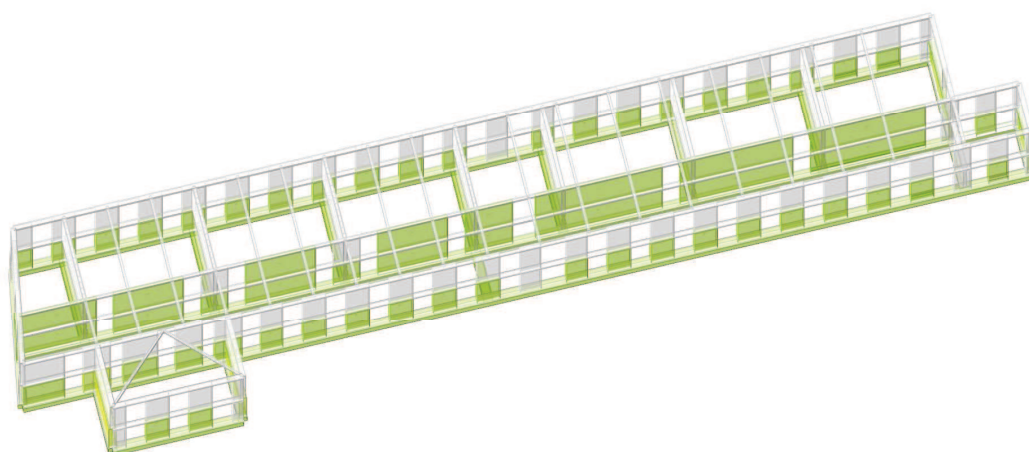
Verifica maschi in muratura

Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
1	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.756	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
2	PF	1.46	SLV 12	0.207	1.463	2224	1.595	Si
	V	3.888	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	3.527	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
3	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.262	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
4	PF	5.787	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	6.646	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.795	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
5	PF	1.602	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	4.209	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	3.788	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
6	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.331	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
7	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.41	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
8	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.132	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
9	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
10	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
11	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
12	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.167	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
13	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.091	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
14	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
15	PF	3.742	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.655	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
16	PF	2.51	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
17	PFFP	4.677	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
18	PF	1.772	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.536	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
19	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
20	PF	3.636	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.686	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	3.795	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
21	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
22	PF	1.232	SLV 12	0.175	1.234	1322	1.289	Si
	V	0.854	SLV 8	0.121	0.853	453	0.831	No
	PFFP	4.358	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
23	PFFP	5.327	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
24	PF	1.352	SLV 5	0.192	1.355	1758	1.449	Si
	V	0.663	SLV 2	0.094	0.662	225	0.624	No
	PFFP	2.52	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
25	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
26	PFFP	2.67	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
27	PF	4.148	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.412	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
28	PF	4.089	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.507	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
29	PFFP	2.355	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
30	PF	3.885	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
	V	1.371	SLV 2	0.195	1.38	1862	1.483	Si
	PFFP	6.612	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
31	PF	3.262	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.559	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.387	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
32	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
33	PF	1.357	SLV 8	0.193	1.36	1779	1.456	Si
	V	0.934	SLV 12	0.132	0.933	583	0.921	No
	PFFP	4.713	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
34	PFFP	5.223	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
35	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
36	PFFP	5.103	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
37	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
38	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
39	PFFP	5.33	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
40	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
41	PF	4.143	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.243	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	6.443	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
42	PF	4.2	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.342	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
43	PF	4.084	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.479	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
44	PF	4.102	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.579	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
45	PF	4.045	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.425	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
46	PF	3.932	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.331	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
47	PF	4.059	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.441	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
48	PF	3.95	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.378	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
49	PF	3.97	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.316	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
50	PF	4.026	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.381	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
51	PF	3.466	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.389	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
52	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
53	PF	4.633	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	3.261	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
54	PF	4.082	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.433	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
55	PF	4.033	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.357	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
56	PF	4.168	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.461	SLV 14	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
57	PF	3.943	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.336	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
58	PF	4.006	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.355	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
59	PF	3.881	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.319	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
60	PF	3.907	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.344	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
61	PF	3.788	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.272	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
62	PFFP	2.639	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
63	PF	1.437	SLV 9	0.204	1.44	2116	1.563	Si
	V	0.667	SLV 13	0.094	0.665	228	0.627	No
	PFFP	2.879	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
64	PFFP	5.452	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
65	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
66	PF	2.575	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.611	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si

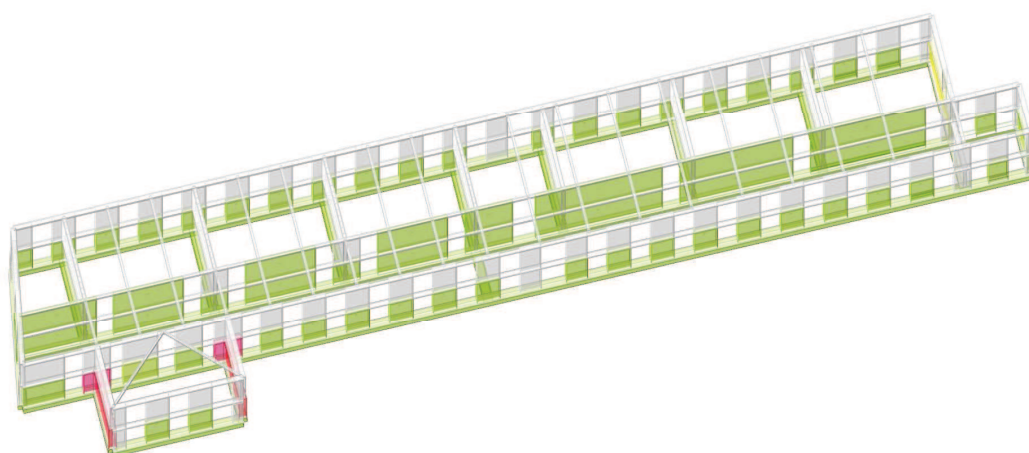
Maschio	Stato limite	ZE	Comb.	PGA	PGA/PGArif	TR	(TR/TRrif)^.41	Verifica
	PFFP	6.236	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
67	PF	3.032	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.92	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
68	PF	3.034	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.885	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
69	PF	3.217	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.956	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
70	PF	3.228	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.971	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
71	PF	2.963	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.104	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
72	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
73	PF	3.236	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.272	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
74	PF	3.261	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.997	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
75	PF	3.124	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.952	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
76	PF	3.042	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.892	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
77	PF	3.081	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.927	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
78	PF	3.029	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.787	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
79	PF	3.031	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.885	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
80	PF	3.02	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.809	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
81	PF	2.963	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.003	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
82	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
83	PF	3.373	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.436	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
84	PFFP	2.011	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
85	PFFP	5.779	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
86	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
87	PFFP	5.56	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
88	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
89	PFFP	3.109	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
90	PFFP	2.676	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
91	PF	1.817	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.125	SLV 7	0.159	1.126	1001	1.15	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
92	PFFP	2.209	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
93	PF	3.648	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	2.318	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
94	PFFP	1.922	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
95	PF	2.036	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V	1.657	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
96	PFFP	5.651	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
97	PFFP	6.631	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
98	PFFP	6.909	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
99	PFFP	2.703	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
100	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP	7.023	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
101	PFFP	2.661	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
102	PFFP	5.657	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
103	PFFP	3.271	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
104	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
105	PFFP	3.964	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
106	PFFP	5.871	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
107	PFFP	5.876	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
108	PFFP	4.094	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
109	PFFP	4.868	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
110	PFFP	5.308	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
111	PFFP	4.785	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
112	PFFP	2.712	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
113	PFFP	5.687	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
114	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
115	PFFP	5.696	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
116	PFFP	6.654	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si

Maschio	Stato limite	ζE	Comb.	PGA	PGA/PGA _{rif}	TR	(TR/TR _{rif}) ^{1.41}	Verifica
117	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
118	PFFP	5.724	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
119	PF	5.85	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
120	PFFP	3.541	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
121	PFFP	3.205	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
122	PFFP	4.174	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
123	PFFP	4.1	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
124	PFFP	3.407	SLV 10	0.211	1.491	2354	1.633	Si
125	PFFP	4.188	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
126	PFFP	4.14	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
127	PFFP	3.474	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
128	PFFP	4.132	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
129	PFFP	4.114	SLV 1	0.211	1.491	2354	1.633	Si
130	PFFP	3.412	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
131	PFFP	4.558	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
132	PFFP	5.006	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
133	PFFP	4.339	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
134	PFFP	4.108	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
135	PFFP	4.698	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
136	PFFP	4.079	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
137	PFFP	3.966	SLV 13	0.211	1.491	2354	1.633	Si
138	PFFP	3.894	SLV 9	0.211	1.491	2354	1.633	Si
139	PFFP	4.291	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
140	PFFP	3.351	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
141	PFFP	3.875	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
142	PFFP	3.466	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
143	PFFP	5.964	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
144	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
145	PFFP	3.759	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
146	PFFP	4.081	SLV 3	0.211	1.491	2354	1.633	Si
147	PFFP	4.104	SLV 4	0.211	1.491	2354	1.633	Si
148	PFFP	4.235	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
149	PFFP	4.229	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
150	PFFP	3.995	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
151	PFFP	4.394	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
152	PFFP	4.258	SLV 8	0.211	1.491	2354	1.633	Si
153	PFFP	4.29	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
154	PFFP	4.002	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
155	PFFP	4.046	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
156	PFFP	4.114	SLV 7	0.211	1.491	2354	1.633	Si
157	PFFP	4.107	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
158	PFFP	3.902	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
159	PFFP	4.008	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
160	PFFP	3.722	SLV 16	0.211	1.491	2354	1.633	Si
161	PFFP	5.892	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
162	PFFP	3.425	SLV 11	0.211	1.491	2354	1.633	Si
163	PFFP	2.777	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
164	PFFP	5.92	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
165	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
166	PFFP	5.918	SLV 15	0.211	1.491	2354	1.633	Si
167	PF			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	V			0.211	1.491	2354	1.633	Si
	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
168	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
169	PFFP	2.464	SLV 12	0.211	1.491	2354	1.633	Si
170	PFFP	3.405	SLV 5	0.211	1.491	2354	1.633	Si
171	PFFP			0.211	1.491	2354	1.633	Si
172	PFFP	4.169	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
173	PFFP	2.306	SLV 6	0.211	1.491	2354	1.633	Si
174	PFFP	3.576	SLV 2	0.211	1.491	2354	1.633	Si



da 1.9 a 2
da 1.8 a 1.9
da 1.7 a 1.8
da 1.6 a 1.7
da 1.5 a 1.6
da 1.4 a 1.5
da 1.3 a 1.4
da 1.2 a 1.3
da 1.1 a 1.2
da 1 a 1.1
da 0.9 a 1
da 0.8 a 0.9
da 0.7 a 0.8
da 0.6 a 0.7
da 0.5 a 0.6
da 0.4 a 0.5
da 0.3 a 0.4
da 0.2 a 0.3
da 0.1 a 0.2
da 0 a 0.1

diagramma indicatori di rischio - pressoflessione nel piano



da 1.9 a 2
da 1.8 a 1.9
da 1.7 a 1.8
da 1.6 a 1.7
da 1.5 a 1.6
da 1.4 a 1.5
da 1.3 a 1.4
da 1.2 a 1.3
da 1.1 a 1.2
da 1 a 1.1
da 0.9 a 1
da 0.8 a 0.9
da 0.7 a 0.8
da 0.6 a 0.7
da 0.5 a 0.6
da 0.4 a 0.5
da 0.3 a 0.4
da 0.2 a 0.3
da 0.1 a 0.2
da 0 a 0.1

diagramma indicatori di rischio - taglio

Gli schemi grafici riportati evidenziano per ciascun maschio murario il valore minimo dell'indicatore di rischio sismico, in termini di accelerazione di aggancio, relativamente alla pressoflessione e al taglio.

Si evidenzia che n.4 maschi murari al piano terra non presentano un indicatore di rischio superiore (e il coefficiente ξ_E) all'unità, ma comunque superiore al valore minimo 0,6 stabilito dalla normativa relativamente a edifici scolastici.

10.3. Verifiche locali

In riferimento al capitolo 8.3 relativo allo stato di fatto, per impedire il ribaltamento di porzioni di parete si è ipotizzato di ricorrere all'ammorsamento degli elementi principali della copertura lignea (catene delle capriate, puntoni e diagonali) alla muratura e alla realizzazione di un cordolo metallico sommitale che consenta di ottenere un comportamento globale più vicino possibile a quello scatolare.

In questo modo si cambia lo schema statico delle pareti verticali che risultano essere vincolate anche in sommità; di seguito viene riportato il procedimento che consente di calcolare la forza orizzontale in corrispondenza della copertura sufficiente ad impedire l'attivazione del cinematismo.

Per ottenere il valore minimo della forza orizzontale da aggiungere per soddisfare la verifica imposta dalla Circolare n.617 del 02.02.2009 si effettua il procedimento inverso rispetto alla fase di verifica già effettuata, assumendo come valore dell'accelerazione spettrale quello minimo imposto dalla normativa.

L'arretramento t_1 rispetto allo spigolo è:

$$t_1 = 0,019\text{m}$$

eguagliando il momento stabilizzante ed il momento ribaltante, e utilizzando il valore di a_0 che soddisfa la verifica SLU lineare (eq. C8A.4.9 e C8A.4.10 della Circolare 617/2009), si ottiene lo sforzo nei tiranti richiesto per l'azione sismica di progetto.

Il moltiplicatore dei carichi che attiva il meccanismo considerato è:

$$\alpha = \frac{a_0^* * e^* * FC}{g} = 0,125$$

Imponendo nuovamente l'equilibrio dei momenti con l'aggiunta della forza orizzontale stabilizzante T_1 :

$$M_S = M_R$$

risulta

$$T_1 = 541 \text{ daN}$$

Questa forza si trasmette alla catena della capriata (sez.18 x 23 cm), che corrisponde ad uno sforzo di trazione pari a:

$$\sigma = \frac{541}{18 * 23} = 1,31 \text{ daN/cm}^2$$

La resistenza di progetto del legno C22 (con resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre pari a 130 daN/cm²) risulta:

$$f_{t,d} = \frac{f_{t,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{130 * 0,8}{1,5} = 69,3 \text{ daN/cm}^2$$

valore di gran lunga superiore alla trazione richiesta per impedire il ribaltamento.

L'ammorsamento delle capriate alle pareti in muratura risulta sufficiente a soddisfare la verifica di sicurezza per i meccanismi locali imposta dalla circolare.

11. CONCLUSIONI

Il complesso edilizio in esame presenta una pianta conformata a L ed è stato realizzato in due diverse fasi costruttive senza raddoppio delle strutture e senza un vero e proprio giunto tra le parti.

Le strutture di elevazione verticale sono costituite da pareti in muratura di mattoni pieni, con pareti interne di spessore 25cm che, in relazione alla loro altezza libera di inflessione, risultano troppo snelle in particolare al piano primo. Le pareti perimetrali, invece, di spessore più consistente, risultano indebolite in alcuni punti dalla presenza di canali di ventilazione interni di sezione circa 25x25cm, parzialmente intasati con calcinacci e materiale edile di scarto.

Per quanto riguarda gli impalcati agibili e di copertura, invece, si fa riferimento alla progettazione di interventi di consolidamento statico a firma dell'Ing. Alessandro Gasparini già in atti.

La valutazione della sicurezza sismica effettuata dello stato di fatto, dando per acquisiti tutti i lavori di consolidamento statico previsti nel progetto in atti e la preventiva realizzazione di un nuovo giunto sismico per dividere il complesso edilizio in n.2 corpi di fabbrica più regolari, evidenzia alcune criticità a livello globale, ma soprattutto nei confronti di possibili meccanismi locali (ribaltamento fuori dal piano).

I due corpi di fabbrica individuati dal nuovo giunto sismico, di forma rettangolare allungata, evidenziano prevalente presenza di pareti in muratura in direzione longitudinale; in direzione trasversale la percentuale di muratura è modesta comportando quindi ad una maggiore vulnerabilità sismica.

Alla luce di quanto emerso dalle verifiche dello "stato di fatto di riferimento", sono state individuate le seguenti macrocategorie di interventi:

- interventi per l'eliminazione del giunto costruttivo esistente al filo 10;
- intervento di saturazione dei vuoti presenti all'interno dei maschi murari;
- intervento mirato a ripristinare la rigidità delle pareti interne trasversali rimosse in passato;
- intervento di rinforzo delle pareti interne trasversali troppo snelle al piano primo;
- intervento di cerchiatura sommitale dei corpi di fabbrica.

A seguito degli interventi di consolidamento individuati, riportati al capitolo 9 della presente Relazione e nelle Tavole grafiche allegate, si dimostra il miglioramento sismico ottenuto nei confronti delle verifiche globali e dei meccanismi locali; si evidenzia in particolare come tutti i maschi murari del complesso edilizio presentino un coefficiente ξ_E sempre superiore al valore 0,6 (come richiesto nel D.M. 17.01.2018 per il miglioramento sismico di edifici scolastici) e come si elimini il rischio di ribaltamento fuori dal piano dei maschi murari di facciata tra le finestre.