



COMUNE DI SERIATE
PROVINCIA DI BERGAMO

**RISTRUTTURAZIONE E ABBATTIMENTO BARRIERE
ARCHITETTONICHE PER LA CREAZIONE DI N. 6 ALLOGGI
PER ANZIANI NON AUTOSUFFICIENTI
IN COMUNE DI SERIATE**



CUP MASTER: I84H22000210006 CUP ENTE: E44F23004510006
Progetto PNRR - M5.C2 - Investimento 1.1
sub-investimento: 1.1.2 azioni per una vita autonoma a
deistituzionalizzazione per gli anziani
Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU

Progetto
Esecutivo

C_02

PROGETTO AMPLIAMENTO
RELAZIONE DI CALCOLO

Maggio 2025

Committente:
COMUNE DI SERIATE
P.zza Alebardi, 1
Seriate (BG)

Progettista architettonico
ADOBATI ARCH. FRANCESCO
via vittoria, 4c - 24027 - Nembro (BG)
architettoadobati@gmail.com
francesco.adobati@archiworldpec.it
tel/fax 035 520322

Progettista strutturale
STUDIO ING. SEBASTIANO MOIOLI
via Sant' Jesus, 6 - 24027 - Nembro (BG)
ingegneria@sebastianomoioli.it
www.sebastianomoioli.it
tel 035 522949

Progettista impianti
STUDIO NANI
via Marconi, 29 s - 24021 - Albino (BG)
info@nanistudio.it
www.nanistudio.it
tel 035 767033

Dott. Ing. SEBASTIANO MOIOLI

Comune di Seriate (BG)

**RISTRUTTURAZIONE E ABBATTIMENTO BARRIERE
ARCHITETTONICHE PER LA CREAZIONE DI N°6 ALLOGGI
PER ANZIANI NON AUTOSUFFICIENTI IN COMUNE DI
SERIATE.**

Via San Giovanni Bosco n° 5 (BG)

| RELAZIONE DI CALCOLO

Committente

Comune di Seriate

P.zza Alebardi n°1 - (BG)



SEBASTIANO MOIOLI INGEGNERE

VIA S. JESUS 6 24027

NEMBRO BG

tel 035.522949 | fax 035.470173

E-mail ingegneria@sebastianomoioli.it

data

Febbraio 2025

Indice

1.	INTRODUZIONE	3
2.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4.	MATERIALI IMPEGATI.....	4
5.	ANALISI DEI CARICHI	4
6.	COMBINAZIONE DI CARICO	5
7.	VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI	6
7.1.	Verifiche Travi in CA - TR1.1 e TR2.1	6
8.	ESITO VULNERABILITÀ SISMICA.....	8
9.	CONCLUSIONI	12

1. INTRODUZIONE

Il sottoscritto ing. Sebastiano Moioli, con recapito professionale a Nembro (BG) in via San Jesus n.6, C.F. MLOSST59H11A246X, iscritto all'albo degli Ingegneri di Bergamo al n.1597, è stato incaricato di redigere la presente Relazione di Calcolo relativa alle opere strutturali legate all'intervento locale dell'edificio sito in Via San Giovanni Bosco n°5 – Seriate (BG).

2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI

La struttura è realizzata interamente con pareti in calcestruzzo armato da 20cm. La struttura si estende su 3 livelli, e possiede una geometria in pianta come dalla planimetria allegata di seguito;

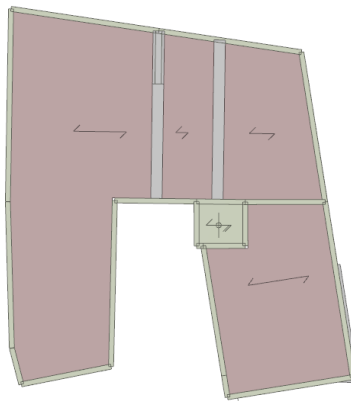


Figura 1 Stato di fatto

L'intervento consiste nell'ampliamento della struttura nella parte interna dell'edificio tra i due blocchi a sinistra e a destra, con l'inserimento di due solette in laterocemento sostenute ognuna da una trave in calcestruzzo armato, come si vede dalla successiva immagine.

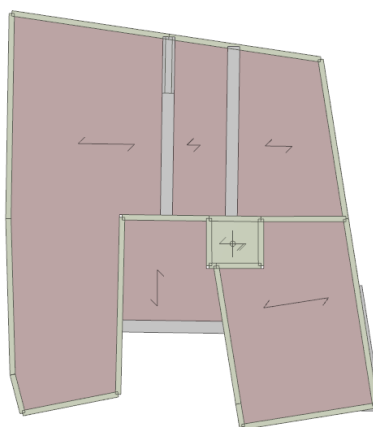


Figura 2 Stato di Progetto

In base alla Circolare esplicativa del D.M. 17.01.2018, paragrafo C8.4.3, gli interventi proposti sono classificabili come “locali” in quanto circoscritti di singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) e non alterano in modo sostanziale il comportamento strutturale globale degli edifici.

Nei paragrafi seguenti si riportano le verifiche strutturali relative agli interventi strutturali di progetto.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative assunte per la verifica degli elementi strutturali sono state le seguenti:

- D.M. 17/01/2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare ministeriale 21 Gennaio 2019 n° 7 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

4. MATERIALI IMPEGATI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali utilizzati:

- **Calcestruzzo classe di resistenza C25/30**
 - Resistenza cubica caratteristica $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza di calcolo (SLU) $f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
- **Acciaio per C.A. tipo B 450C**
 - Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
 - Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza di calcolo (SLU) $f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

5. ANALISI DEI CARICHI

Per quanto attiene alla definizione delle azioni per le verifiche tensionali e deformative delle travi in calcestruzzo, si sono considerati i seguenti carichi:

Orizzontamento Piano Primo

- Carichi permanenti $G1 = 6.00 \text{ kN/mq}$
- Carichi permanenti non strutturali $G2 = 3.10 \text{ kN/mq}$
- Variabile per sola manutenzione $Q = 2.00 \text{ kN/mq}$

Orizzontamento Piano Secondo (di copertura)

- Carichi permanenti $G1 = 6.00 \text{ kN/mq}$
- Carichi permanenti non strutturali $G2 = 1.50 \text{ kN/mq}$
- Variabile per sola manutenzione $Q = 0.50 \text{ kN/mq}$
- Neve $q_n = 1.30 \text{ kN/mq}$

6. COMBINAZIONE DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al Cap. 2 delle NTC2018.

I carichi sono denominati:

- G_k valore caratteristico del carico permanente, costituito dai pesi propri e portati;
- Q_k valore caratteristico di carichi accidentali;
- E azione sismica

Gli stati limite introducono dei coefficienti moltiplicativi γ sulle azioni di calcolo, generalmente maggiori dell'unità.

Parimenti per le resistenze dei materiali si introducono dei coefficienti riduttivi applicati alle resistenze dei materiali.

- **Combinazione fondamentale agli SLU:**

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

- **Stati Limite di Esercizio**

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

Frequente	\Rightarrow	$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
Quasi permanente	\Rightarrow	$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
Rara	\Rightarrow	$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Nelle NTC2018 sono contenute diverse tabelle con i coefficienti moltiplicativi da utilizzare per le varie combinazioni SLU ed SLE, si riporta quella per le azioni di calcolo SLU;

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ^(a)	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

7. VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Con riferimento alle combinazioni precedentemente menzionate sono state definite, per ogni elemento strutturale, le sollecitazioni di progetto corrispondenti ad ogni singola combinazione. Per ognuna di esse è stato verificato che:

$$R_d > E_d$$

Dove:

-**R_d** rappresenta la resistenza di progetto dell'elemento strutturale nei confronti della sollecitazione considerata

-**E_d** rappresenta l'azione sollecitante di progetto per la combinazione considerata

7.1. Verifiche Travi in CA - TR1.1 e TR2.1

Per la determinazione delle sollecitazioni per la verifica degli elementi si prende in considerazione lo schema statico di trave doppiamente appoggiata.

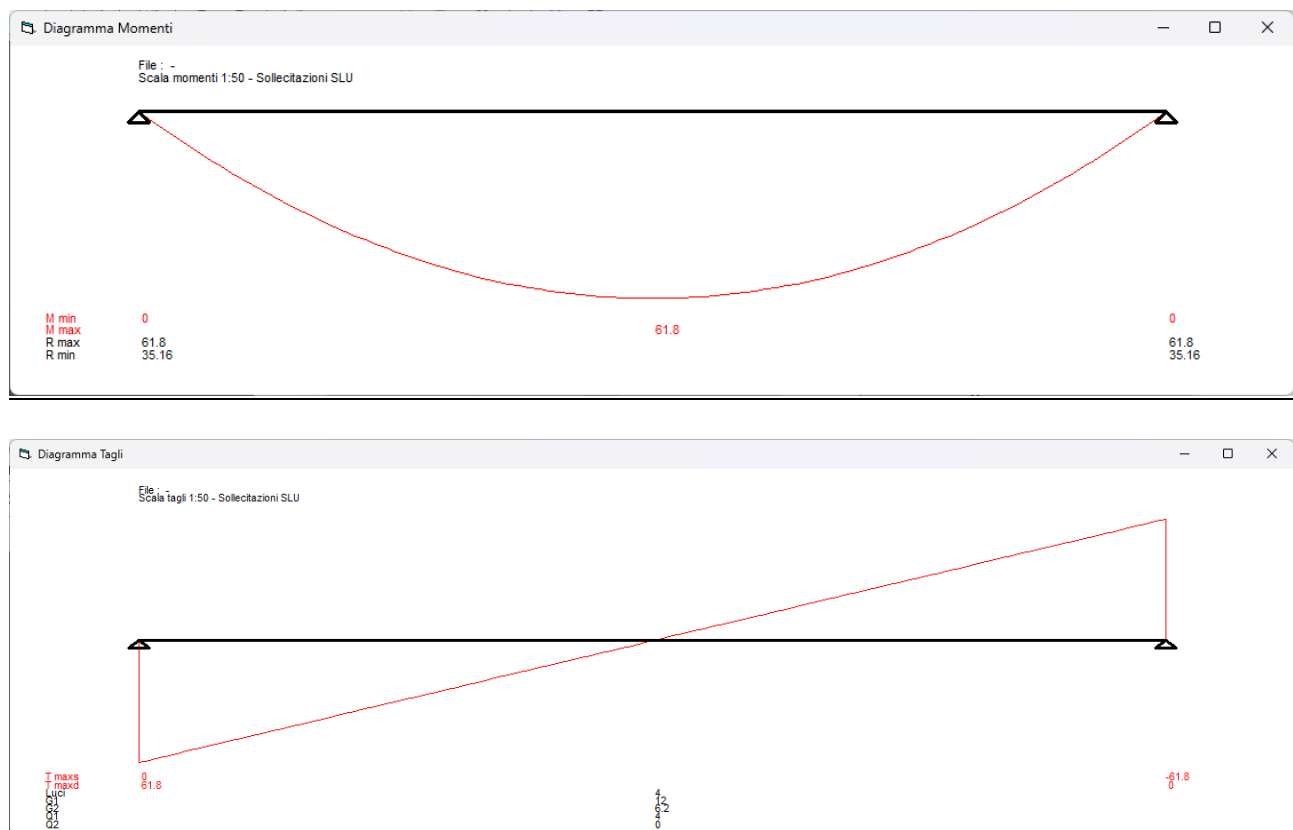
Sono stati considerati i seguenti dati, i più sfavorevoli:

- Luce = 4 m
- Carico permanente linearmente distribuito TR1.1:

$$P_{1.1} = 6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.00\text{m} \cdot 1.3 + 3.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.00\text{m} \cdot 1.5 + 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.00\text{m} \cdot 1.5 = 30.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

A favore id sicurezza si considera la condizione di carico più gravosa per entrambe le Travi.

Di seguito si riportano i diagrammi delle sollecitazioni SLU del momento flettente e del taglio



Di seguito si riportano le verifiche :

Verifica a flessione:

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo: _____

N* strati barre: 2 **Zoom**

N*	b [cm]	h [cm]
1	45	25

N*	As [cm²]	d [cm]
1	6.03	3
2	8.04	22

Sollecitazioni: S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 **kN**

M_{xEd} 61.8 **kNm**

M_{yEd} 0 **kNm**

P.to applicazione N: ☒ Centro ☐ Baricentro cls ☐ Coord.[cm]

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali:

B450C: ϵ_{su} 67.5 ‰, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200 000 N/mm², E_s/E_c 15, ϵ_{syd} 1.957 ‰, $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²

C25/30: ϵ_{c2} 2 ‰, ϵ_{cu} 3.5 ‰, f_{cd} 14.17 N/mm², f_{cc}/f_{cd} 0.8, $\sigma_{c,adm}$ 9.75 N/mm², τ_{co} 0.6, τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 62.53 **kNm**

σ_c -14.17 N/mm², σ_s 391.3 N/mm², ϵ_c 3.5 ‰, ϵ_s 15.66 ‰

Tipo flessione: ☒ Retta ☐ Deviata

N* rett. 100

Calcola Mrd **Dominio M-N** **Col. modello** **M-curvatura** ☐ Precompresso

Dal calcolo, risulta $M_{rd} = 62.53 \text{ kNm} > M_{ed} = 61.8 \text{ kNm}$ quindi la sezione di calcestruzzo risulta verificata a flessione.

Verifica a Taglio

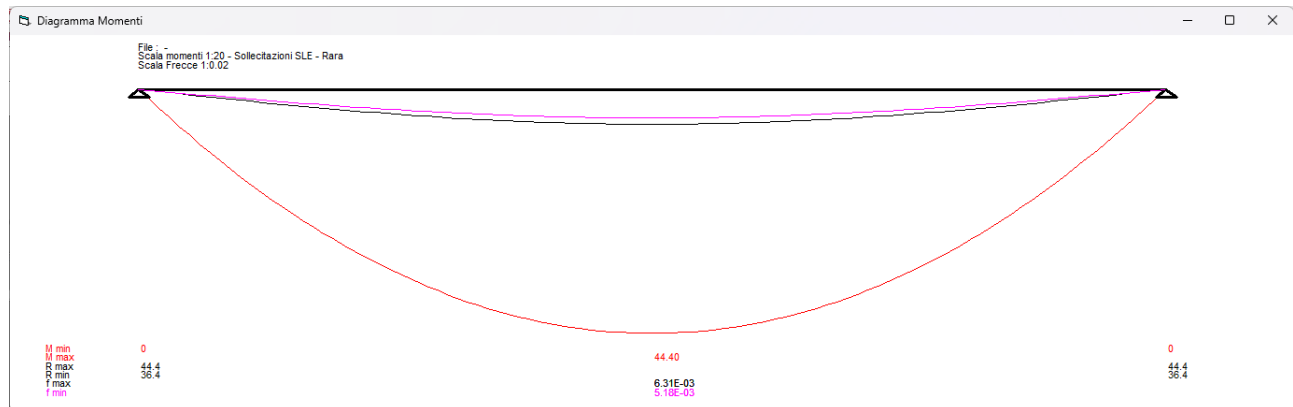
Taglio resistente lato acciaio		
Vrd	2107926.88	N
	2107.93	kN
Ved	61.80	kN
VERIFICATO		

Taglio resistente lato cls		
Fcd	14.17	N/mm²
β	0.50	-
Cotangente	1.73	-
Vrd	273285.14	N
	273.29	kN
Ved	61.80	kN
VERIFICATO		

Dal calcolo, risulta $V_{rd} > V_{ed}$ quindi la verifica risulta soddisfatta.

Verifica delle deformazioni

La freccia massima corrispondente ai carichi in combinazione rara è: $f_{max} = 6.3 \text{ mm}$



Considerando la freccia massima di progetto pari a $L/250 = 4000/250 = 16 \text{ mm}$

Dal calcolo, risulta $f_{max} = 6.3 \text{ mm} < L/250 = 16 \text{ mm}$, quindi la verifica risulta soddisfatta.

8. ESITO VULNERABILITÀ SISMICA

Per la valutazione della vulnerabilità sismica sono stati fatti due modelli di calcolo: il primo nelle condizioni allo Stato di Fatto e un secondo allo Stato di Progetto.

Il presente elaborato riporta i risultati ottenuti per la classificazione del rischio sismico della costruzione secondo le "Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni" approvate con D.M. n. 58 del 28/02/2017 e s.m.i..

Come previsto dalle suddette linee guida, la classificazione sismica è stata effettuata adottando il metodo convenzionale, per il quale sono previste otto Classi di Rischio, con rischio crescente da A+ a G.

Il metodo convenzionale consente di assegnare una classe di rischio (da A+ a G) pari alla minima tra due classi di rischio distinte e funzione di due parametri:

- l'Indice di Sicurezza (**IS-V**);
- la Perdita Annuale Media attesa (**PAM**).

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi:

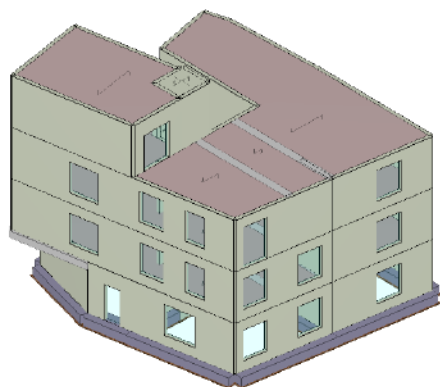


EdiLus-CRS
Classificazione del Rischio Sismico

ATTESTATO DI CLASSIFICAZIONE SISMICA **CRS**

(art. 3 comma 6 D.M. n. 58 del 28/02/2017 e s.m.i.)

Dati identificativi della costruzione



Regione:

Lombardia

Comune:

Seriate

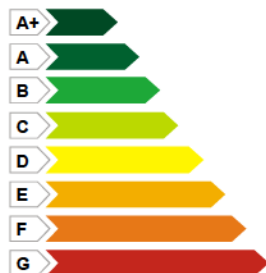
Indirizzo: Via San Giovanni Bosco n°5

Dati catastali

Zona censuaria	Foglio	Particella/e	Subalterno/i: da	a
...

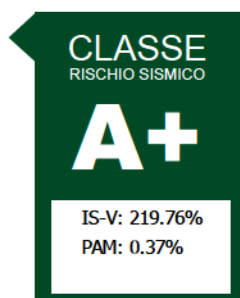
Classe di Rischio della Costruzione

Minori rischio sismico

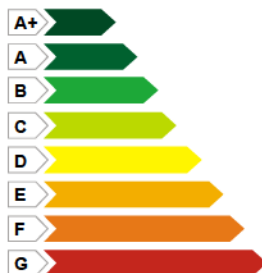


Maggiore rischio sismico

Situazione di Fatto (ANTE Intervento)

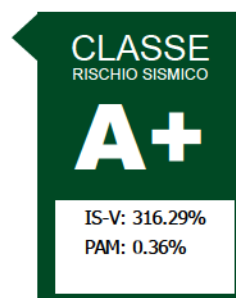


Minori rischio sismico



Maggiore rischio sismico

Situazione di Progetto (POST Intervento)



IS-V [%]	CLASSE IS-V	PAM [%]	CLASSE PAM
316.29	A+	0.36	A+

Legenda

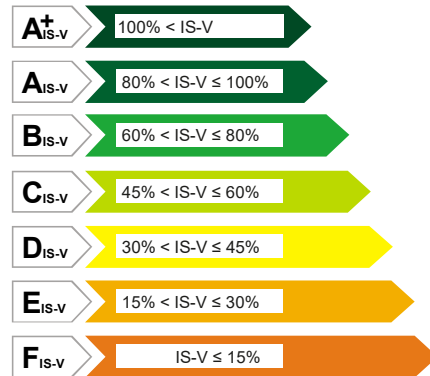
Metodo di calcolo adottato: convenzionale

IS-V = Indice di sicurezza della struttura (indice di rischio) allo SLV

PAM = Perdita Annuale Media attesa (PAM)

Indice di Sicurezza Strutturale (IS-V)

Minor rischio sismico



Maggior rischio sismico

CLASSE IS-V

A⁺_{IS-V}

IS-V: 316.29%

PGAc(SLV): 0.56

PGAd(SLV): 0.18

LegendaIS-V = $PGAc(SLV) / PGAd(SLV)$

PGAc(SLV) = Accelerazione di picco al suolo di capacità corrispondente allo SLV

PGAd(SLV) = Accelerazione di picco al suolo di domanda corrispondente allo SLV

Parametri sismiciVita Nominale (V_N): 50

Classe d'Uso (I-IV): Classe 2

Periodo di Riferimento (V_R): 50

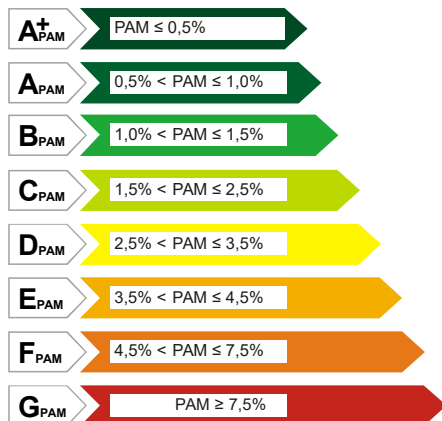
Stato Limite	P _{VR} [%]	a _g /g	T _R [anni]	λ = 1/T _R [anni] ⁻¹
SLO	81	0.03	30	0.0333
SLD	63	0.04	50	0.0200
SLV	10	0.12	475	0.0021
SLC	5	0.15	975	0.0010

Risultati calcolo

Stato Limite	PGAc [a _g /g]	PGAd [a _g /g]
SLV	0.5586	0.1766
SLD	1.0338	0.0613

Perdita Annuale Media (PAM)

Minor rischio sismico



Maggior rischio sismico

CLASSE PAM

A⁺_{PAM}

PAM: 0.36%

$$PAM = \frac{1}{2} \sum_{i=2}^5 \left(\left[\lambda(SL_{i-1}) - \lambda(SL_i) \right] \left[CR(SL_{i-1}) + CR(SL_i) \right] \right) + \lambda(SLC) CR(SLR)$$

Periodi di ritorno e frequenze di capacità

$$T_{RC}(SLV) = \max \left[T_{RD}(SLV) \cdot \left(\frac{PGA_C(SLV)}{PGA_D(SLV)} \right)^\eta ; 10 \text{ anni} \right]$$

$$T_{RC}(SLD) = \min \left[T_{RD}(SLD) \cdot \left(\frac{PGA_C(SLD)}{PGA_D(SLD)} \right)^\eta ; T_{RC}(SLV) \right] \geq 10 \text{ anni}$$

dove:

$$\eta = 1/0,490, \text{ se } a_g > 0,25g$$

$$\eta = 1/0,430, \text{ se } 0,15g < a_g \leq 0,25g$$

$$\eta = 1/0,356, \text{ se } 0,05g < a_g \leq 0,15g$$

$$\eta = 1/0,340, \text{ se } a_g \leq 0,05g$$

$$\lambda(SLID) = 0,1$$

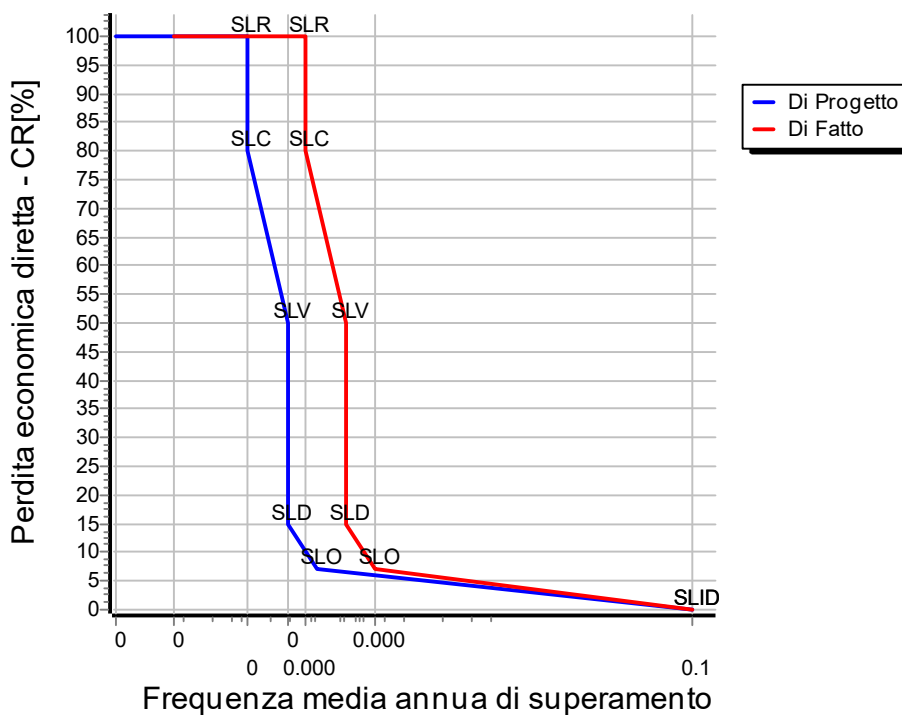
$$\lambda(SLO) = \min[1,67 \cdot \lambda(SLD); 0,1]$$

$$\lambda(SLD) = T_{RC}(SLD)^{-1}$$

$$\lambda(SLV) = T_{RC}(SLV)^{-1}$$

$$\lambda(SLC) = 0,49 \cdot \lambda(SLV)$$

$$\lambda(SLR) = \lambda(SLC)$$



Stato Limite	SL	T _{RC}	λ	C _R	i
		[anni]	[anni] ⁻¹	[%]	
Stato di Fatto (ANTE Intervento)					
Stato Limite di Inizio Danno	SLID	10	0.100000	0	1
Stato Limite di Operatività	SLO	2´597	0.000385	7	2
Stato Limite di Danno	SLD	4´337	0.000231	15	3
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	SLV	4´337	0.000231	50	4
Stato Limite di Collasso	SLC	8´852	0.000113	80	5
Stato Limite di Ricostruzione	SLR	8´852	0.000113	100	6
Stato di Progetto (POST Intervento)					
Stato Limite di Inizio Danno	SLID	10	0.100000	0	1
Stato Limite di Operatività	SLO	7´223	0.000138	7	2
Stato Limite di Danno	SLD	12´062	0.000083	15	3
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	SLV	12´062	0.000083	50	4
Stato Limite di Collasso	SLC	24´616	0.000041	80	5
Stato Limite di Ricostruzione	SLR	24´616	0.000041	100	6

9. CONCLUSIONI

Viste le analisi svolte, e visto che le opere di progetto previste non cambiano il comportamento globale dell'edificio alle azioni sismiche, l'intervento può essere classificato come "Locale", In base alla Circolare esplicativa del D.M. 17.01.2018, paragrafo C8.4.3.

Inoltre tutte le strutture sono state verificate e sono quindi conformi alle normative vigenti (NTC18).

Nembro (BG), Febbraio 2025

il Tecnico
Ing. Sebastiano Moioli

