

D.03_RELAZIONE DI CALCOLO

Ubicazione: Località CASACCE, Comune di MOLLIA (VC)
Provincia di VERCELLI (Regione PIEMONTE)

Progetto: Mollia_MLL

-
-

Committente: Comune di Mollia
Via Roma 16, Mollia (VC)

-
-
-

Progettista: INGEGNERE STEFANO VANTAGGIATO
VIA ANTONIO CECHOV 50 20100 MILANO MI
3407953208
stefano@riadatto.it

SOMMARIO

PREMESSA	4
ELENCO DEGLI ELABORATI.....	4
DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO.....	5
ALLARGAMENTO DEL SISTEMA FONDALE	5
APPLICAZIONE DI INTONACO ARMATO.....	6
RIFACIMENTO DEI SOLAIO INTERPIANO.....	6
RIFACIMENTO SOLAIO DI COPERTURA.....	6
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
MATERIALI	7
ZONAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO	7
DURABILITA'	8
CARICHI DI PROGETTO	8
CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G1.....	8
CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI G2.....	8
CARICHI D'ESERCIZIO QK.....	9
CARICO DA NEVE $Q_{K,N}$	9
CARICO DA VENTO $Q_{K,V}$	10
TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA.....	11
CARICO SISMICO	11
CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	14
COEFF. PARZIALI DI SICUREZZA.....	14
COMBINAZIONI DI CARICO.....	15
CRITERI DI CALCOLO	15
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	17
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....	20
MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	21

CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO	23
CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO	26
CLASSE DI RISCHIO SISMICO – ANTE OPERAM	26
CLASSE DI RISCHIO SISMICO – POST OPERAM	27
CONCLUSIONI	29

PREMESSA

La presente relazione si riferisce al dimensionamento ed alla verifica degli interventi locali facenti parte dei lavori di miglioramento sismico, da attuare su di un fabbricato ad uso residenziale, sito in comune di Mollia, provincia di Vercelli.

Questa relazione costituisce parte integrante degli elaborati esecutivi di progetto nei quali sono riportate le caratteristiche geometriche delle sezioni strutturali adottate.

Per i dettagli si rimanda alle tavole esecutive del progetto strutturale.

Per quanto qui non specificatamente riportato si rimanda alla “Relazione sui materiali impiegati” e ai relativi “Fascicoli dei calcoli”, allegati alla documentazione progettuale.

Si specifica inoltre che il fabbricato residenziale oggetto di intervento non è stato sottoposto ad un “adeguamento sismico”, bensì ad un “miglioramento sismico” poiché confrontandosi con la sovrintendenza, l’adeguamento avrebbe comportato una serie di interventi sul fabbricato che ne avrebbero compromesso irreversibilmente l’aspetto architettonico dello stesso.

ELENCO DEGLI ELABORATI

Sono parte integrante di questa relazione i seguenti elaborati:

DOCUMENTAZIONE TECNICA:

- D.01_RELAZIONE ILLUSTRATIVA;
- D.02_RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI;
- D.03_RELAZIONE DI CALCOLO;
- D.04_TABULATO DI CALCOLO A;
- D.05_TABULATO DI CALCOLO B;
- D.06_TABILATO DI CALCOLO C;
- D.07_TABULATO DI CALCOLO D;
- D.08_TABULATO DI CALCOLO E;
- D.09_PIANO DI MANUTENZIONE.

ELABORATI GRAFICI:

- T.01_PIANTA SOLAIO CONTROTERRA;
- T.02_DETtagli SOLAIO CONTROTERRA;
- T.03_PIANTA DI COPERTURA PIANO SEMI-INTERRATO;
- T.04_PIANTA DEI MURI DI PIANO SEMI-INTERRATO;
- T.05_DETtagli SOLAIO DI COPERTURA PIANO SEMI-INTERRATO;
- T.06_PIANTA DI COPERTURA PIANO TERRA;

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

- T.07_PIANTA DEI MURI DI PIANO TERRA;
- T.08_DETtagli SOLAIO DI COPERTURA PIANO TERRA;
- T.09_PIANTA DI COPERTURA PIANO PRIMO;
- T.10_PIANTA DEI MURI DI PIANO PRIMO;
- T.11_DETtagli SOLAIO DI COPERTURA PIANO PRIMO;
- T.12_PIANTA DI COPERTURA PIANO SECONDO;
- T.13_PIANTA DEI MURI DI PIANO SECONDO;
- T.14_DETtagli SOLAIO DI COPERTURA PIANO SECONDO.

DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Su un fabbricato esistente, sito presso il comune di Mollia (VR) e adibito ad uso residenziale, si è previsto di attuare una serie di interventi atti alla messa in sicurezza delle strutture portanti principali e secondarie.

L'immobile si compone di una struttura in muratura portante in pietra disordinata e solaio interpiano in legno massiccio, così come anche la struttura della copertura a capanna che ne definisce il limite geometrico superiore.

La linea di intervento adottata è volta a salvaguardare l'aspetto estetico dell'edificio oltre che a migliorare una serie di dettagli costruttivi, necessari a mantenere il fabbricato in esercizio con un determinato margine di sicurezza.

In particolare, gli interventi proposti sono:

- Allargamento del sistema fondale;
- Applicazione di intonaco armato;
- Rifacimento del solaio interpiano;
- Rifacimento del solaio di copertura.

ALLARGAMENTO DEL SISTEMA FONDALE

Il presente intervento locale prevede la rimozione completa del solaio controterra, la realizzazione di apposite tasche nella muratura esistente per l'alloggiamento degli speroni in c.a. gettati in opera e l'armatura e il getto di apposito cordolo perimetrale interno al perimetro del fabbricato.

L'intervento consentirà di apportare miglioramento dello stato tensione impresso dal fabbricato sul terreno e aumentare la rigidità del sistema di fondazione.

APPLICAZIONE DI INTONACO ARMATO

Il presente intervento locale prevede la realizzazione di una ristilatura armata dei giunti sulle pareti da lasciare a vista, per mezzo di trefoli e connettori in acciaio inox posizionati sottofuga e l'applicazione di un intonaco armato con reti preformate in GFRP sulla parete opposta da intonacare.

Il rinforzo tridimensionale creato consente di migliorare le resistenze al taglio, alla flessione e alla compressione della muratura, mantenendone l'aspetto estetico.

RIFACIMENTO DEI SOLAIO INTERPIANO

Il presente intervento locale consiste nella rimozione dei solaio esistenti in legno massiccio e la loro sostituzione con nuovi solaio da realizzarsi con tecnica mista Legno-Calcestruzzo.

I nuovi solaio saranno composti da travetti in legno lamellare 140x160mm e assito sp.20mm sormontato da cappa in calcestruzzo di sp. 5cm, armata da fogli singoli di rete elettrosaldata Ø8/#20x20cm e il tutto connesso per mezzo di pioli tipo tecnaria CTL BASE 12/60 posti a passo 10cm.

I solai interpiano poggeranno sulla muratura portante perimetrale per mezzo di cordolatura in cemento armato da realizzarsi in parete.

I suddetti cordoli saranno inoltre provvisti di appositi speroni in c.a. con geometria a coda di rondine, utili a fornire un maggior contributo meccanico alla connessione tra muratura e solai.

RIFACIMENTO SOLAIO DI COPERTURA

Il presente intervento locale consiste nella rimozione della precedente copertura a falde in legno massiccio e nella sua sostituzione con nuova struttura in legno massiccio.

In particolare, la copertura sarà composta da travetti 160x160mm in legno massiccio e da terzere da 260x260mm in legno massiccio. Queste ultime sviluppate come travi su 3 appoggi, uno dei quali realizzato per mezzo di capriata in legno massiccio con medesimi profili per puntoni, cantena e monaco.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le verifiche riportate nella presente relazione sono state condotte con riferimento al dispositivo delle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n.1086 – “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n.11951, 14 febbraio 1974 – “Istruzioni relative alla Legge 5 novembre 1971”;
- Legge 2 febbraio 1974 n.64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.P.R. 6 giugno 2001 n.380 – “Testo unico delle disp. Legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- D.M. 17 gennaio 2018 – “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019 m.7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell' <<Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”>> di cui al decreto ministeriale 17/01/2018.

MATERIALI

Per la descrizione dei materiali si rimanda all'apposita “D.01_Relazione sui materiali impiegati”.

ZONAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO

La struttura oggetto della presente relazione è localizzata in:

Località:.....Casacce, Mollia, Vercelli

Latitudine (WGS84):.....45.8176

Longitudine (WGS84):.....8.0314

Altezza sul livello del mare:.....880,00m

Le prestazioni delle strutture e le condizioni per la sua sicurezza sono state individuate comunemente dal progettista e dal committente; a tal fine è stata posta attenzione al tipo della struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze delle azioni indotte dal sisma. I parametri che, in questo senso, classificano la struttura sono:

Classe d'uso:.....CU = II

Vita nominale:.....VN = 50 anni

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

Coefficiente d'uso:.....Cu = 1,00

Periodo di ritorno:.....Vr = 50 anni

DURABILITA'

Particolare cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere garantite solo mediante opportune procedure da seguirsi non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione delle opere; si dovranno, inoltre, utilizzare tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali sia, nel caso delle opere in calcestruzzo, l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportate nel seguito e negli allegati di calcolo.

CARICHI DI PROGETTO

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G1

Peso proprio della muratura esistente:.....1.900,00 daN/mc

Peso proprio muratura tipo poroton:.....900,00 daN/mc

Peso proprio delle struttura in c.a.:.....2.500,00 daN/mc

Peso proprio delle strutture in legno massiccio:.....450,00 daN/mc

Peso proprio delle strutture in legno lamellare:.....420,00 daN/mc

Peso proprio del solaio interpiano:.....154,00 daN/mq

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI G2

Permanenti solaio di copertura:.....400,00 daN/mq

Permanenti solaio interpiano:.....250,00 daN/mq

Permanenti solaio balcone/terrazza:.....150,00 daN/mq

CARICHI D'ESERCIZIO QK

Carico manutenzione copertura (cat. H):.....50,00 daN/mq

Carico variabile residenziale (cat. A):.....200,00 daN/mq

Carico variabile balconi/terrazze (cat. A):.....400,00 daN/mq

CARICO DA NEVE QK,N

Il carico della neve sulle coperture è calcolato in relazione ai seguenti parametri:

Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale;

Esp.: zona topografica di esposizione al vento;

Ce: coefficiente di esposizione al vento;

TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;

as: altitudine del sito;

qsk: valore caratteristico del carico della neve al suolo (per Tr = 50 anni);

Zona	Esposizione	Ce	TR	as	qsk
I Alpina	Zona normale	1.00	50 anni	880 m	342.10

Copertura a due falde:

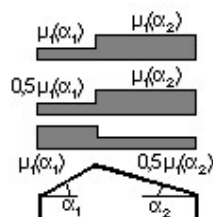
Angolo di inclinazione della falda $\alpha_1 = 29.0^\circ$

$\mu_1(\alpha_1) = 0.80 \Rightarrow Q_1 = 274 \text{ daN/mq}$

Angolo di inclinazione della falda $\alpha_2 = 29.0^\circ$

$\mu_1(\alpha_2) = 0.80 \Rightarrow Q_2 = 274 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



CARICO DA VENTO $Q_{k,v}$

La velocità del vento è calcolata in relazione ai seguenti parametri:

Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale (NTC - Tab. 3.3.I);

$V_{b,0}$: velocità base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);

a_0 : altitudine base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);

k_s : parametro in funzione della zona in cui sorge la costruzione (NTC - Tab. 3.3.I);

a_s : altitudine del sito;

T_R : periodo di ritorno di progetto espresso in anni;

V_b : velocità di riferimento calcolata come segue:

$$V_b = V_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$V_b = V_{b,0} (1 + k_s ((a_s / a_0) - 1)) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

per $a_s > 1500 \text{ m}$ vanno ricavati da opportuna documentazione o da indagini comprovate

Tali valori non dovranno essere minori di quelli previsti per $a_s = 1500 \text{ m}$

C_r : coefficiente di ritorno in funzione del periodo di ritorno T_R

V_r : velocità di riferimento riferita al periodo di ritorno T_R

Zona	$V_{b,0}$	a_0	k_s	a_s	T_R	V_b	C_r	V_r
1	25 m/s	1000 m	0.40	880 m	50 anni	25.00 m/s	1.000	25.00 m/s

Pressione cinetica di riferimento, $q_r = \rho V_r^2 / 2 = 39 \text{ daN/mq}$

dove: ρ è la densità dell'aria (assunta convenzionalmente costante = 1,25 kg/mc)

Esposizione:

Da cui i parametri della tabella 3.3.II delle NTC

K_r	z_0	z_{\min}
0.22	0.30 m	8 m

Classe di rugosità del terreno: C (NTC - Tab. 3.3.III)

Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

L'azione del vento sulle costruzioni è determinata dai seguenti parametri:

- Cp: coefficiente di pressione;
 Cd: coefficiente dinamico;
 Ct: coefficiente di topografia;
 Ce: coefficiente di esposizione (funzione di z, z0 e Ct);
 z: altezza sul suolo.

Cp	Cd	Ct	Ce	z
1.00	1.00	1.00	1.71	9.00 m

Pressione del vento

$$p = q_r C_e C_p C_d = 67 \text{ daN/mq}$$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

Le temperature esterne, T max (massima estiva) e T min (minima invernale), sono calcolate secondo le seguenti espressioni riferite alla zona climatica:

$$T_{\min} = -15 - 4 \text{ as} / 1000 \quad (\text{NTC 3.5.1})$$

$$T_{\max} = 42 - 6 \text{ as} / 1000 \quad (\text{NTC 3.5.2})$$

dove as è l'altitudine di riferimento

Zona	as	T min	T max
I	880 m	-18.52 °C	36.72 °C

CARICO SISMICO

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://essel.mi.ingv.it/>. Per punti non

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura						
Classe d'uso	Vita [anni]	V_n	Coeff. Uso	Periodo [anni]	V_r	Tipo di Categoria topografica
II	50.0		1.0	50.0	C	T_1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s * S_t$ (3.2.3)

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale

T_b è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

T_d è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, S_e , è definito dalle seguenti espressioni:

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Dove per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo B, C, D, E i coefficienti S_s e C_c vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente Tabella

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, S_{ve} , è definito dalle espressioni:

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

I valori di S_s , T_B , T_C e T_D , sono riportati nella seguente Tabella

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

COEFF. PARZIALI DI SICUREZZA

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche:

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 - STR	A2 - GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,30	1,00
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	γ_{G2}	0,80	0,80	0,80
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30

COMBINAZIONI DI CARICO

Sono state considerate le combinazioni di carico previste nelle NTC 2018, considerando i valori dei coefficienti di combinazione sopra esposti e in modo tale da massimizzare le sollecitazioni negli elementi strutturali di fondazione indagati.

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

nella quale, gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

CRITERI DI CALCOLO

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$$

dove: \mathbf{K} = matrice di rigidezza
 \mathbf{u} = vettore spostamenti nodali
 \mathbf{F} = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo BEAM	(trave-D2)
Elemento tipo MEMBRANE	(membrana-D3)
Elemento tipo PLATE	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo STIFFNESS	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo SOLAIO	(macro elemento composto da più membrane)

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLE vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

(per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

Il programma consente l'uso di sezioni diverse.

Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

sezione di tipo generico

profilati semplici

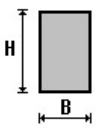
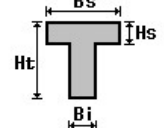
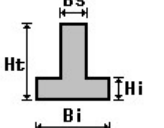
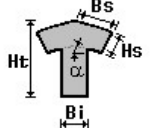
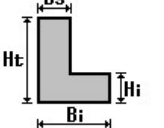
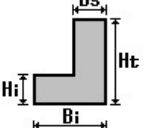
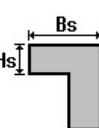
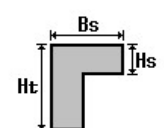
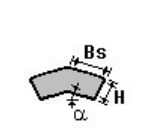
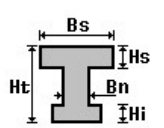
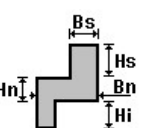
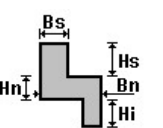
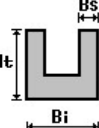
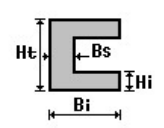
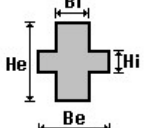
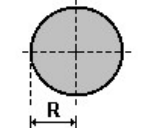
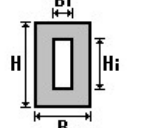
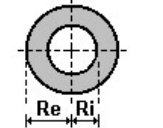
profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

					
rettangolare	a T	a T rovescia	a T di colmo	a L	a L specchiata
					
a L specchiata rovescia	a L rovescia	a L di colmo	a doppio T	a quattro specchiata	a quattro
					
a U	a C	a croce	circolare	rettangolare cava	circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilatari.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Modellazione struttura: elementi nodi

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

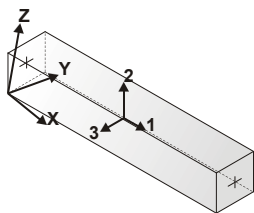
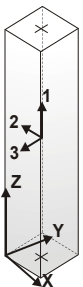
Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18

MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.

 <p>orientamento elementi 2D non verticali</p>	 <p>orientamento elementi verticali 2D</p>
---	--

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

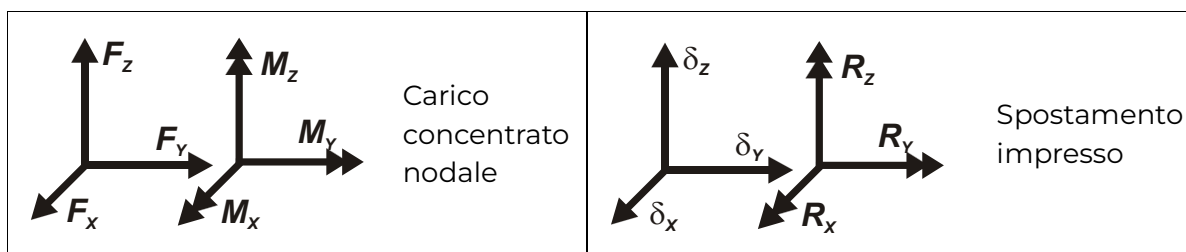
MODELLAZIONE DELLE AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

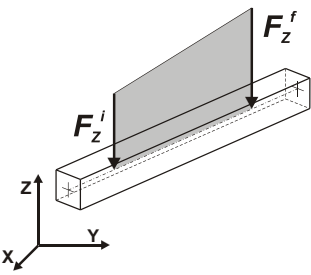
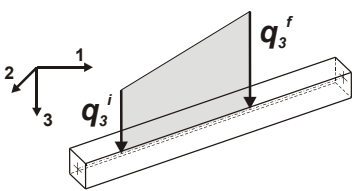
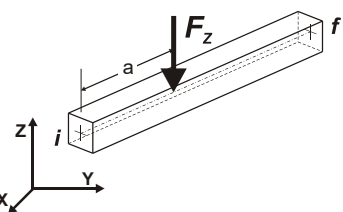
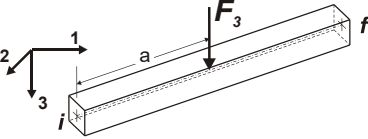
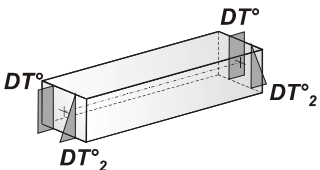
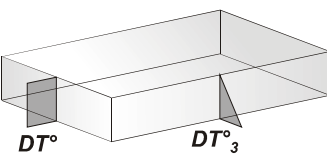
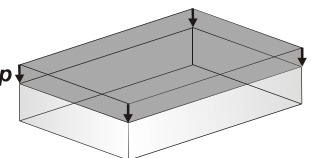
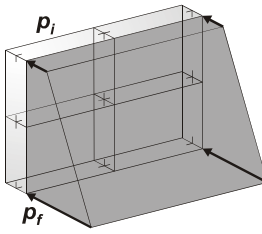
1	carico concentrato nodale 6 dati (forza F_x , F_y , F_z , momento M_x , M_y , M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x, T_y, T_z , rotazione R_x, R_y, R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati ($F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$, ascissa di carico)

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell' impronta, interasse tra i carichi)



INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>
 <p>Carico pressione uniforme</p>	 <p>Carico pressione variabile</p>

CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Titolo:.....PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Versione:.....23.6.1

Produttore-Distributore:.....2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Licenza:.....PROFESSIONAL dsI7328

Codice Utente:.....004266/cli

Il sottoscritto progettista delle strutture dichiara di aver esaminato e verificato la documentazione a corredo del software riportata nella dichiarazione di affidabilità allegata alla pagina seguente e attesta l'idoneità del software per la progettazione della struttura in oggetto.

La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, reperibile al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>, contiene una esauriente descrizione delle base teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Affidabilità dei codici utilizzati:

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico, dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguenti per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.**

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITÀ

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (NTC 2018 - Paragrafo 10.2)

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Autore-Produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra i quali quelli di tipo sismico).

Gli elementi, lineari e non lineari, utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento TRUSS (asta)

Elemento BEAM (trave)

Elemento MEMBRANE (membrana)

Elemento PLATE (piastra-guscio)

Elemento BRICK (solido)

Elemento CINGHIA

Elemento BOUNDARY (molla)

**Elemento STIFFNESS
(matrice di rigidità)**

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/affidabilita.php>

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi.

Garanzia di qualità

Dal 1 dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;
- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;
- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

Nella produzione del solutore FEM 2S.I. implementa componenti sviluppati da CM2 - Computing Objects SARL spin-off dell'École Centrale Paris, France. E' disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

http://www.2si.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilita/benchmarks_e_sap.zip

Rev. del 15/03/2018



INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	$PAM \leq 0,50\%$				$V_1 \div V_2$
A*	$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	V_4	V_5		
F*	$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	V_5	V_6		
G*	$7,5\% \leq PAM$	V_6			

Dalle tabelle illustrate sopra si individua la classe di rischio del fabbricato allo stato Ante-Operam, con metodo semplificato:

classe C*

CLASSE DI RISCHIO SISMICO – POST OPERAM

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ
INERTI/MAGLIA MURARIA			
pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V_6
mattoni di terra cruda (adobe)			
pietra sbazzata	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V_6 a V_5
pietra massiccia per costruzioni monumentali	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V_5 a V_4
	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V_4 a V_3
mattoni o pietra lavorata	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino dei danni o delle zone degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V_6 a V_5

INTERVENTI LOCALI SU FABBRICATO ESISTENTE A MOLLIA

TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
INERTI/MAGLIA MURARIA				
MURATURA	mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none">• Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate• Messa in sicurezza di elementi non strutturali	<ul style="list-style-type: none">• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".⁽⁹⁾• Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V ₄ a V ₃
	mattoni + solai di elevata rigidezza nel proprio piano	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none">• Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate• Eliminazione delle spinte a vuoto• Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza)• Stabilizzazione del paramento interno dei pannelli murari con camera d'aria INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none">• Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	<ul style="list-style-type: none">• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾• Garantire un'adeguata ridistribuzione dell'azione orizzontale tra i pannelli murari• Posticipare i meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₅ a V ₄
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none">• Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate• Messa in sicurezza di elementi non strutturali	<ul style="list-style-type: none">• Perseguire un comportamento regolare della struttura.⁽¹⁰⁾• Minimizzare il danno agli elementi non strutturali	da V ₄ a V ₃
	rinforzata e/o confinata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none">• Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate• Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none">• Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	<ul style="list-style-type: none">• Perseguire un comportamento regolare della struttura.⁽¹⁰⁾• Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₄ a V ₃
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none">• Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate• Messa in sicurezza di elementi non strutturali	<ul style="list-style-type: none">• Perseguire un comportamento regolare della struttura.⁽¹⁰⁾• Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V ₃ a V ₂

Tabella 6 – Approccio semplificato per gli interventi sulle le costruzioni di muratura - Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe.

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A*	$PAM \leq 0,50\%$				$V_1 \div V_2$
A*	$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	V_4	V_5		
F*	$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	V_5	V_6		
G*	$7,5\% \leq PAM$	V_6			

Dalle tabelle illustrate sopra si individua la classe di rischio del fabbricato allo stato Post-Operam, con metodo semplificato.

In particolare, dato che non è stato possibile prevedere l'applicazione di tutti gli interventi locali prescritti in tabella, la classe sismica del fabbricato rimane invariata:

classe C*

CONCLUSIONI

Il sottoscritto Ing. Stefano Vantaggiato, iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n° 31571, quale progettista delle opere strutturali

DICHIARA

che tutte le opere strutturali sono state calcolate e progettate a norma della Scienza delle Costruzioni ed in osservanza delle vigenti disposizioni di Legge.

Dichiara inoltre che tutti gli elaborati allegati sono sufficienti per individuare i lavori da eseguirsi e che i materiali di cui si prevede l'impiego, nonché le relative dosature, sono idonei in relazione alle sollecitazioni assunte a base del calcolo.

Luogo e data

Milano, Luglio 2024

Il Tecnico

Dott. Ing. Stefano Vantaggiato

