

LOCALIZZAZIONE

Costa Volpino (BG)

24062 – Via Vicolo Corto

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Geom. Matteo Grassi

Dott. Ing. Alberto Barcillesi

COMMITTENTE

Comune di Costa Volpino

Piazza Caduti di Nassiriya n.3

24062 – Costa Volpino (BG)

C.F./ P.iva 00572300168

Riqualificazione mediante efficientamento energetico e miglioramento rischio sismico immobile di edilizia residenziale pubblica sito in Vicolo Corto nella frazione di Branico.

CUP: B99J21022410002

Progetto Esecutivo

Progetto Definitivo approvato con delibera di giunta comunale n.96 del 12/08/2022

Allegato F.1 – Relazione di calcolo strutture

Il progettista

Il committente

ALLEGATO

F1

Data : Settembre 2022

Integrazioni/revisioni		
Rev.	Data	Descrizione



Sommario

A – Introduzione	3
A.1 – Descrizione dello stato dei luoghi	3
A.1.1 – Dati identificativi dell'edificio.....	4
A.1.2 – Analisi dello stato di fatto	4
A.1.3 – Rapporto con la componente geologica di piano.....	5
A.1.4 - Analisi storico-critica.....	6
A.1.5 - Analisi qualitativa dell'edificio.....	6
A.2 – Descrizione progetto strutturale di rinforzo sismico	8
A.3 – Documenti di riferimento.....	9
A.4 – Materiale di progetto	10
B – Azioni e carichi sulle strutture.....	10
B.1 – Classificazione delle azioni	10
B.2 – Neve (Snow)	14
B.3 – Azione sismica	14
B.4 – Analisi dei carichi delle strutture.....	16
C – Intervento strutturale di rinforzo sismico.....	17
C.1 – Descrizione sull'importanza del diaframma di piano	17
C.1 – Verifica viti di collegamento	17
D - Dati identificativi del tecnico certificatore	19

A – Introduzione

A.1 – Descrizione dello stato dei luoghi

La presente relazione riguarda le opere strutturali all'interno dell'intervento di riqualificazione energetica, architettonica, funzionale e di miglioramento sismico del Complesso di Edilizia Residenziale Pubblica del Comune di Costa Volpino (BG), sito nella frazione di Branico in Via Fontanelle.

L'edificio in pianta si presenta come una composizione di rettangoli sfalsati con lunghezza di 60 metri e di larghezza 20 metri (misurando il massimo ingombro) e una superficie lorda di pavimento di 630 mq. Il fabbricato è suddiviso su tre livelli. Al Piano Seminterrato sono ripartite le cantine, mentre al Piano Terra e Primo sono disposte le varie unità abitative. L'altezza massima da Piano Seminterrato a colmo di copertura è di 8,60 m. Trattasi di un complesso di due edifici speculari adiacenti.

Per quanto concerne la struttura portante, il fabbricato risulta così costituito:

- Fondazioni in calcestruzzo armato, presumibilmente ad una profondità massima, rispetto al pavimento del piano seminterrato, di 1,50 m;
- Strutture in elevazione costituite da murature di tamponamento in laterizio e di pilastri portanti in calcestruzzo armato, con schema a telaio. È presente un cappotto isolante di 5 cm sulla parete esterna. Le murature sono intonacate sia sulla faccia interna che sulla faccia esterna;
- Solai di interpiano costituiti da pignatte in laterizio, sottofondo e massetto, rifinito con un rivestimento in gres, i solai sono completati nel lato inferiore con intonaco di finitura.
- Struttura di copertura costituita da travi, travetti, assito in legno, con un pacchetto isolante di 10 cm di lana di roccia, su relativa orditura e membrane di freno e barriera al vapore. La stratigrafia si conclude con un'ultima stesura di listelli porta tegole e tegole in coppo.

A.1.1 – Dati identificativi dell'edificio

Indirizzo	
Comune	Costa Volpino
Provincia	BG
via	Vicolo Corto
civico	-
CAP	24062



Figura 1: Localizzazione dell'edificio

Codici amministrativi	
Regione	03
Provincia	016
Comune	086
Dati catastali	
Foglio	9
Particella	11040
Subalterno	1 a 21

A.1.2 – Analisi dello stato di fatto

L'edificio in esame si trova in Vicolo Corto a Costa Volpino (BG). Secondo quanto riportato nel PGT vigente, l'area interessata dall'intervento è classificata come “**Residenziale esistente di versante R3**”. La destinazione prevalente è quella residenziale e sono consentite gli interventi sugli elementi strutturali come quelle descritte in progetto.

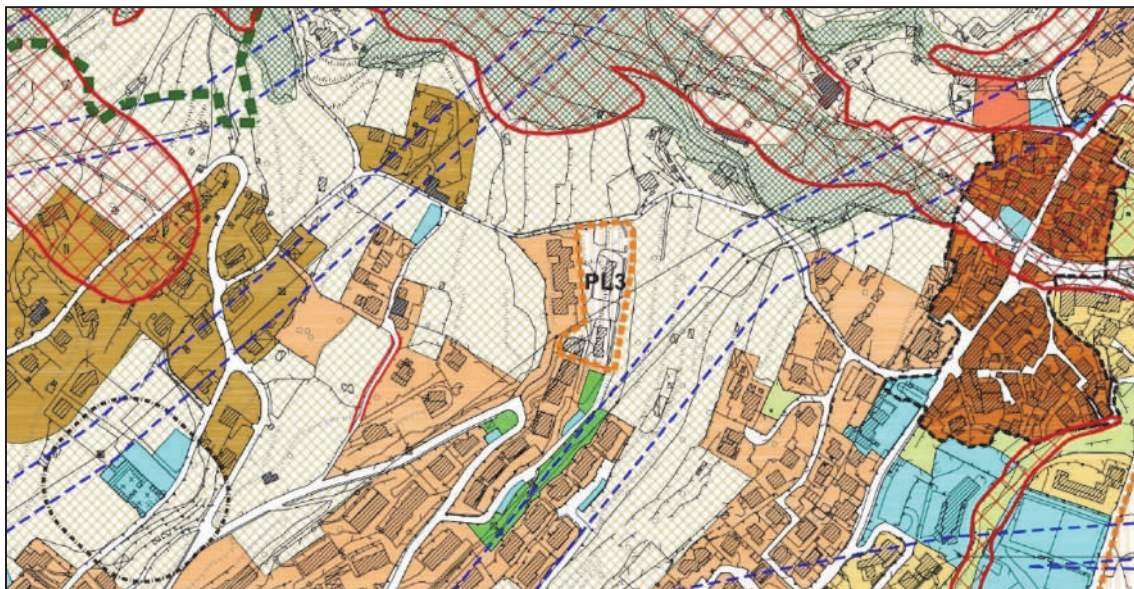


Figura 2: Estratto Piano delle Regole – Variante 2020 – Tav 9°

A.1.3 – Rapporto con la componente geologica di piano

Con riferimento alla carta di fattibilità geologica riportata nello studio geologico del territorio comunale, si evince che la zona è collocata in **classe di fattibilità 3**.

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Sub classificazione:

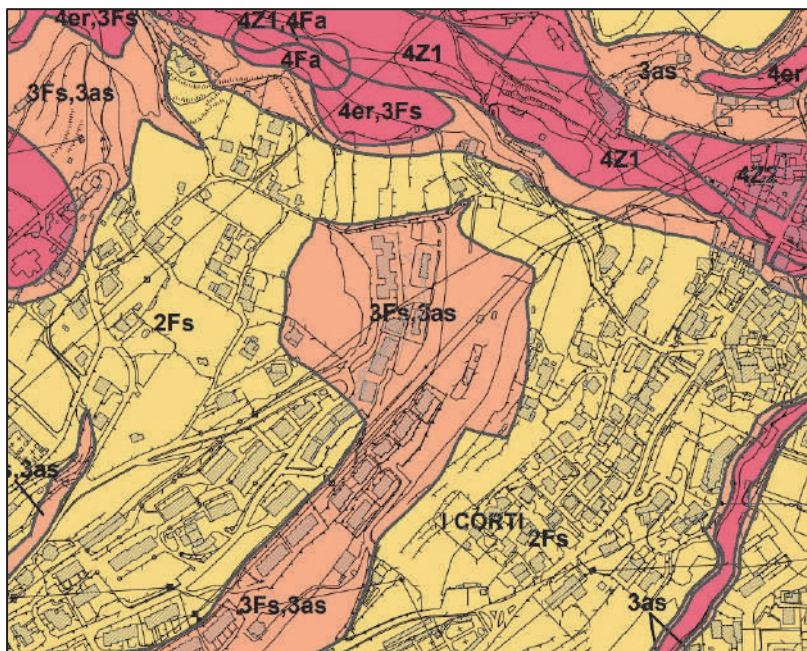
- **3as - Aree acclivi o prossime a scarpate acclivi**

Si tratta delle scarpate in parte di origine antropica in parte naturali che pur essendo acclivi presentano una buona copertura vegetale e contenute forme di dissesto

- **3Fs - Aree di frana relitta o stabilizzata**

Gli interventi edificatori o modifica ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità più approfondito e successivamente validato dall'Autorità competente

Le opere a progetto non modificano i rapporti struttura terreno, ne prevedono ampliamenti, non si rendono dunque necessari approfondimenti di natura geologica.



A.1.4 - Analisi storico-critica

Lo storico progettuale è correttamente depositato agli atti. Di seguito l'indicazione del Progetto definitivo-esecutivo, con estremi di protocollo n°015835 del 20 Ottobre 2005 e con approvazione della commissione edilizia del Comune di Costa Volpino n°17 del 20/10/2005. L'anno di fine esecuzione dei lavori è risalito al 2008.

A.1.5 - Analisi qualitativa dell'edificio

Il sopralluogo dell'edificio ha permesso di effettuare un'analisi visiva circa le condizioni generali dell'edificio.

Il fabbricato, come si vede nell'immagine da Ortofoto (riportata nei Dati identificativi dell'edificio), risulta indipendente rispetto al contesto urbano circostante, di conseguenza non si evidenziano pericoli derivanti dall'interazione con fabbricati limitrofi.



Figura 4: Immobile oggetto di intervento

Dal sopralluogo è emerso come le murature perimetrali, realizzate laterizio forato, si presentano con una buona fattura di realizzazione. Essendo il fabbricato di recente realizzazione e costituito da uno schema strutturale costituito da travi e pilastri in calcestruzzo armato, la struttura si basa su una concezione strutturale che risponde alla normativa sismica. Nonostante questo la struttura di copertura, pur essendo ben collegata alle murature perimetrali, essendo costituita da un solo strato di assito, tra l'altro non opportunamente fissato alle strutture verticali, non garantisce alla struttura di copertura di esibire un comportamento scatolare, necessario per fare in modo che il fabbricato risponda attivamente all'azione sismica.

A.2 – Descrizione progetto strutturale di rinforzo sismico

Il progetto prevede perciò, la realizzazione di un intervento strutturale volto alla riduzione del rischio sismico. A tale scopo si prevede:

- Rinforzo sismico della copertura grazie all'aggiunta di un secondo assito incrociato di 45° rispetto a quello esistente. L'intervento è volto a creare in sommità dell'edificio un diaframma rigido di piano, azione migliorativa nei confronti della risposta sismica. Si specifica che l'inserimento di un elemento in legno consente di limitare le masse in gioco e garantisce un'elasticità simile alla struttura sottostante.

L'intervento strutturale sull'edificio può essere considerato come intervento locale in quanto:

- non si sopraeleva la costruzione;
- non si altera significativamente la risposta sismica dell'edificio;
- non è presente un incremento di carico in fondazione significativo;
- il sistema strutturale globale sostanzialmente non viene modificato;
- non viene modificata la classe d'uso.

L'edificio si trova in zona sismica 3 secondo la zonizzazione di cui al D.G.R. Lombardia 11 luglio 2014 n. X/2129: "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia".

Le fondazioni dell'edificio non hanno subito incrementi di carico significativi per via dell'intervento in oggetto a questa relazione: le masse in gioco dell'edificio sono pressoché identiche; pertanto non è necessaria alcun tipo di verifica lato fondazioni.

Di seguito si riporta la pianta dell'intervento progettato, un particolare e degli esempi esecutivi.

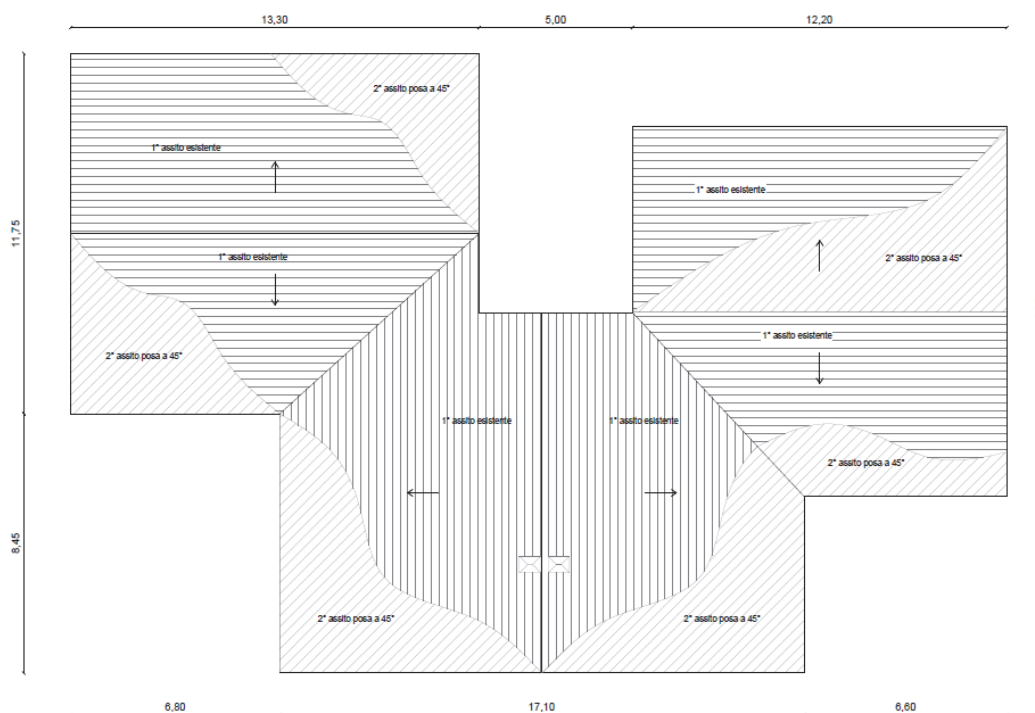


Figura 5: Pianta dell'intervento (edificio sud)

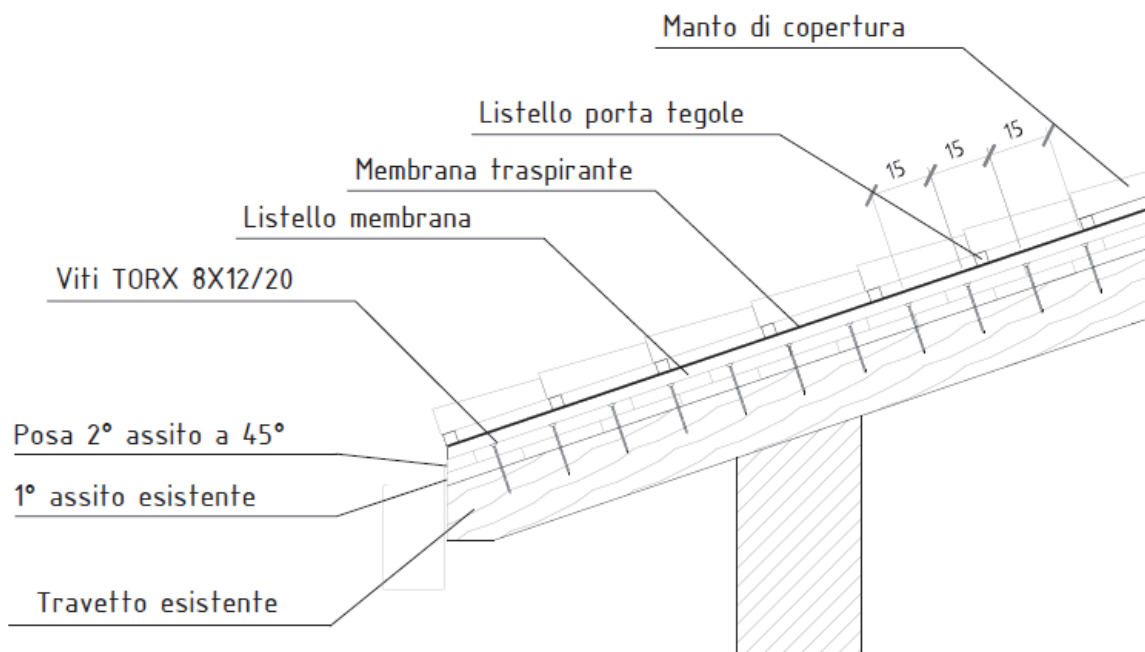


Figura 6: Dettaglio sulla posa del 2° assito incrociato



Figura 7: Esempi di doppio assito incrociato

A.3 – Documenti di riferimento

La seguente documentazione è il riferimento aggiornato alla presente relazione:

- [R.1] Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2018
- [R.2] Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (GU n. 35 del 11-2-2019)
- [R.3] EN 1990 - "Eurocode: Basis of structural design"
- [R.4] EN 1991 - "Eurocode 1: Actions on structures"

A.4 – Materiale di progetto

Nuovo strato di asfalto incrociato all'esistente sulla copertura.

B – Azioni e carichi sulle strutture

B.1 – Classificazione delle azioni

Con riferimento al paragrafo 2.5.1.3 delle NTC 2018, le azioni che investono la struttura sono classificate in relazione alla durata della loro presenza nell'arco della vita di progetto come:

- *permanenti* (G): azioni con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, tra le quali:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 - spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
- *variabili* (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- *accidentali* (A): per esempio esplosioni o impatto di veicoli.

Alcune azioni come quelle sismiche possono essere considerate sia accidentali che variabili, a seconda della localizzazione del sito.

L'effetto delle azioni viene valutato ai fini delle verifiche con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite, secondo diverse combinazioni:

- **Combinazione fondamentale SLU** dei carichi, impiegata per gli stati limite ultimi (nei risultati SLU statica)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione caratteristica CA rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili (nei risultati SLE rara)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione frequente FR**, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili (nei risultati SLE frequente)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione quasi permanente QP**, impiegata per gli effetti a lungo termine (nei risultati SLE quasi permanente)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (nei risultati SLU sisma)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Dettagli per la combinazione sismica

La valutazione dell'azione sismica E è condotta secondo le specifiche del capitolo 3.2 e in accordo con le prescrizioni del capitolo 7.3.3 delle NTC 2018 per i tipi di analisi sismica lineare sia dinamica che statica.

I risultati così ottenuti per ciascuna direzione, X e Y (eventualmente anche Z), vengono poi combinati secondo le indicazioni del capitolo 7.3.5 delle NTC 2018, ovvero vengono sommati i contributi secondo il seguente criterio:

$$E1 = 1,00 \times E_x + 0,30 \times E_y + 0,30 \times E_z$$

$$E2 = 0,30 \times E_x + 1,00 \times E_y + 0,30 \times E_z$$

$$E3 = 0,30 \times E_x + 0,30 \times E_y + 1,00 \times E_z$$

la rotazione dei coefficienti moltiplicativi permette l'individuazione degli effetti più gravosi, la direzione Z è opzionale in virtù delle prescrizioni al paragrafo 7.2.1 delle NTC 2018.

Nella verifica allo stato limite ultimo si distinguono le combinazioni **EQU**, **STR** e **GEO** (cfr NTC 2018 § 2.6.1), rispettivamente definite come:

stato limite di equilibrio EQU, che considera la struttura ed il terreno come corpi rigidi; stato limite di resistenza della struttura STR, da riferimento per tutti gli elementi strutturali, e stato limite di resistenza del terreno GEO.

Nelle verifiche STR e GEO possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali: per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza complessiva, nell'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale.

Coefficienti parziali per le azioni [cfr. NTC 2018 Tabella 2.6.I].

		Coefficiente gf	EQU	STR	GEO
Carichi permanenti	Favorevoli Sfavorevoli	gG1	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli Sfavorevoli	gG2	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3
Carichi variabili	Favorevoli Sfavorevoli	gQi	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

Le Norme Tecniche prescrivono i valori dei coefficienti y in dipendenza dalle caratteristiche della funzione di ripartizione di ciascuna azione: si ammette infatti che, assieme alle azioni permanenti, esistano combinazioni di azioni in cui una sola azione è presente al valore caratteristico mentre le altre hanno intensità ridotte $y_0 Q_k$.

Le categorie di azioni variabili ed i rispettivi coefficienti di combinazione utilizzati nell'applicazione dei carichi al modello sono riportati nella tabella seguente:

Destinazione d'uso/azione	y0	y1	y2
«TipoCarVariabili»	1,00	1,00	1,00
Accidentali	1,00	1,00	1,00
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Carichi variabili nei fabbricati per abitazione	0,70	0,50	0,20
Uffici, scuole e negozi	0,70	0,60	0,30
Autorimesse	0,70	0,70	0,60
Vento	0,70	0,20	0,00
Neve	0,70	0,20	0,00
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Abitazioni, uffici, scale	0,70	0,50	0,30
Uffici aperti al pubblico, scuole, autorimesse, negozi	0,70	0,70	0,60
Magazzini, archivi	1,00	0,90	0,80
Variazioni termiche	0,60	0,50	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve	0,60	0,30	0,10
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria A (domestici e residenziali)	0,70	0,50	0,30

Categoria B (uffici)	0,70	0,50	0,30
Categoria C (aree di congresso)	0,70	0,70	0,60
Categoria D (aree di acquisto)	0,70	0,70	0,60
Categoria E (magazzini, Archivi, scale)	1,00	0,90	0,80
Categoria F (Peso veicoli \leq 30kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G (Peso veicoli \leq 160kN)	0,70	0,50	0,30
Categoria H (tetti)	0,00	0,00	0,00
Carichi da Neve	0,70	0,50	0,20
Carichi da Neve sotto 1000m	0,50	0,20	0,00
Carichi da Vento	0,60	0,20	0,00
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Categoria A (domestici e residenziali)	0,70	0,50	0,30
Categoria B (uffici)	0,70	0,50	0,30
Categoria C (aree di congresso)	0,70	0,70	0,60
Categoria D (aree di acquisto)	0,70	0,70	0,60
Categoria E (magazzini, Archivi, scale)	1,00	0,90	0,80
Categoria F (Peso veicoli \leq 30kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G (Peso veicoli \leq 160kN)	0,70	0,70	0,50
Categoria H (tetti)	0,70	0,70	0,50
Carichi da Neve	0,60	0,20	0,20
Carichi da Vento	0,60	0,20	0,00

B.2 – Neve (Snow)

Il carico da neve (in base al D.M. 17.01.2018 e alla circolare n°7/2019) è dato dall'espressione:

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

La zona di riferimento per il calcolo del carico da neve per il comune di Costa Volpino nella frazione di Branico (altitudine di riferimento $a_s = 350$ m s.l.m.) è la Zona I - alpina con:

valore caratteristico minimo del carico da neve $q_{sk} = 1,50$ kN/m²;

coefficiente di forma $\mu_i = 0,80$;

coefficiente di esposizione $C_E = 1,0$;

coefficiente termico $C_t = 1$.

Quindi:

$$q = 0,8 \times 1,50 \frac{kN}{m^2} \times 1,0 \times 1,0 = 1,20 \frac{kN}{m^2}$$

B.3 – Azione sismica

L'edificio è situato nel comune di Costa Volpino, inserito in zona sismica 3 nell'allegato nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006. Le coordinate di riferimento, secondo il sistema di coordinate del reticolo sismico WGS84, sono:

latitudine [°] 45,8308;

longitudine [°] 10,0992;

- Dati reticolo di riferimento ID = 10.719, 10.720, 10.941, 10.942

Pertanto, si assumono i seguenti parametri di riferimento definiti in accordo con il cliente.

Pericolosità sismica:

- Vita nominale (opere ordinarie) $V_N \geq 50$ anni
- Classe d'uso (normali affollamenti, industrie non pericolose) classe II
- Coefficiente d'uso $C_U = 1,0$
- Periodo di riferimento $V_R = V_N \times C_U$ $V_R \geq 50$ anni
- Probabilità di superamento al variare dello S.L. considerato (SLC) $PVR = 5\%$
- Periodo di ritorno $T_R = \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$ $TR \geq 975$ anni
- Probabilità di superamento al variare dello S.L. considerato (SLV) $PVR = 10\%$
- Periodo di ritorno $T_R = \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$ $TR \geq 475$ anni
- Probabilità di superamento al variare dello S.L. considerato (SLD) $PVR = 63\%$
- Periodo di ritorno $T_R = \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$ $TR \geq 50$ anni
- Probabilità di superamento al variare dello S.L. considerato (SLO) $PVR = 81\%$

- Periodo di ritorno $T_R = \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$ $T_R \geq 30$ anni
- Categoria di sottosuolo: C
- Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,00$
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_S = 1,500$
- Quindi..... $S = S_T \times S_S = 1,500$

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno associati a ciascun SL:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,033	2,462	0,200
SLD	50	0,041	2,496	0,217
SLV	475	0,105	2,468	0,279
SLC	975	0,135	2,483	0,290

- Parametri sismici e spettri di risposta in condizione SLV:
- Accelerazione orizzontale massima del terreno $a_g = 0,105$ g
- Max valore fattore di amplificazione spettro in accelerazione orizzontale $F_0 = 2,468$
- Periodo inizio tratto a velocità costante dello spettro in acc. orizz. $T_C^* = 0,279$ s
- Periodo inizio tratto ad accelerazione costante dello spettro..... $T_B = 0,149$ s
- Periodo inizio tratto a velocità costante dello spettro. $T_C = 0,447$ s
- Periodo inizio tratto a spostamento costante dello spettro..... $T_D = 2,019$ s
- Fattore di struttura (cap 7.8.1.5.2 NTC2018):..... $q = 1,5$
- Fattore di alterazione dello spettro:..... $\eta = 0,667$
- Fattore di smorzamento: $\xi = 5\%$.

\Rightarrow l'accelerazione spettrale orizzontale di progetto per un periodo di vibrazione $T_B \leq T \leq T_C$

$$S_e(T) = a_g \times S \times \eta \times F_0 = 0,259g$$

B.4 – Analisi dei carichi delle strutture

I principali carichi applicati alle strutture sono riportati nei seguenti paragrafi.

Copertura stato di fatto:

- Peso proprio travi e travetti in legno:.....0,40 kN/m²
- Peso proprio strato di assito in legno:0,10 kN/m²
- Peso coibentazione generica:0,10 kN/m²
- Peso proprio copertura in coppi:0,50 kN/m²
- Tot. Permanenti:..... = 1,10 kN/m²
- Neve:1,20 kN/m²
- Totale: = 2,30 kN/m²

Copertura stato di progetto:

- Peso proprio travi e travetti in legno:.....0,40 kN/m²
- Peso proprio strato di assito in legno:0,10 kN/m²
- Peso proprio secondo strato di assito incrociato in legno:0,10 kN/m²
- Peso coibentazione generica:0,10 kN/m²
- Peso proprio copertura in coppi:0,50 kN/m²
- Tot. Permanenti:..... = 1,20 kN/m²
- Neve:1,20 kN/m²
- Totale: = 2,40 kN/m²

Incremento di peso:

$$\Delta = 1 - 2,40 / 2,30 = 4,3 \%$$

La massa e i carichi in fondazione non subiscono incrementi significativi per via degli interventi previsti.

C – Intervento strutturale di rinforzo sismico

C.1 – Descrizione sull'importanza del diaframma di piano

L'intervento sismico consiste nella creazione di un diaframma di piano attraverso la stesura di un secondo assito in copertura inclinato a 45° rispetto a quello esistente. Tale intervento garantisce numerosi vantaggi:

- limitato aumento di peso, di conseguenza anche dei carichi agenti sulla struttura esistente;
- intervento reversibile;
- limitato impatto estetico dell'intervento;
- facilità di posa del rinforzo;
- aumento efficace di rigidezza.

La stesura del secondo strato di assito, debitamente collegato all'esistente mediante viti tipo TORX $\Phi 8 \times 12/20$ permette la realizzazione di un efficiente diaframma di piano. Il diaframma di piano permette alla struttura di avere una risposta sismica migliore, distribuendo in modo uniforme sui diversi elementi resistenti l'azione sismica a cui viene sottoposto l'edificio, permette di ottenere spostamenti omogenei ad ogni piano e annulla i meccanismi locali di ribaltamento delle pareti fuori piano.

Un efficiente diaframma di piano, infatti, ripartisce l'azione orizzontale in funzione della rigidezza e della posizione nel piano degli elementi resistenti, indirizzando le azioni prevalentemente ad elementi in grado di raccogliercle, quindi un elemento più resistente prenderà più azione sismica.

Al contrario senza un efficiente diaframma di piano, la suddivisione delle forze sismiche avviene per area di influenza, di conseguenza sarà possibile avere un elemento poco resistente sottoposto ad un'azione orizzontale molto elevata, e con il rischio di non essere in grado di sopportarla.

In conclusione questo tipo di intervento migliora strutturalmente l'edificio, mediante un intervento ecologico, reversibile e non invasivo.

C.1 – Verifica viti di collegamento

Viene svolta una verifica sul collegamento tra i due assiti incrociati con i travetti sottostanti.

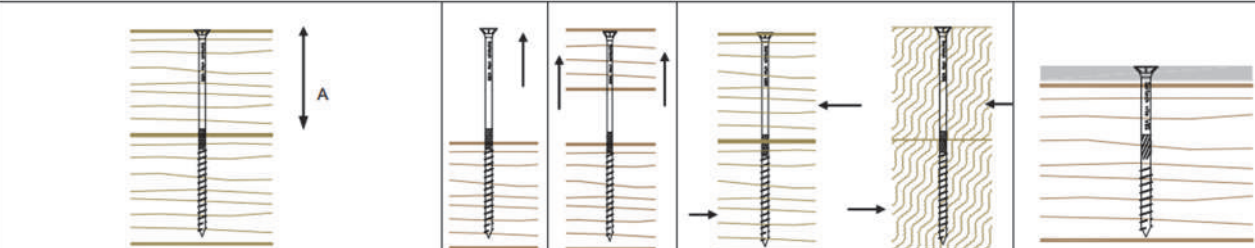
Si esegue il collegamento attraverso l'utilizzo di viti Torx 8x12 a passo 15cm su ogni travetto, mentre la verifica consiste nel calcolo della forza sismica sulla copertura utilizzando il peso strutturale post-intervento. Si analizzerà solamente un edificio, in questo caso quello a sud, in quanto speculare all'altro.

Dati necessari:

- Area copertura:.....449,16 m²
- Accelerazione spettrale di progetto:0,259 g
- Peso totale presente in condizione sismica:1,20 kN/m²

Otteniamo un carico sismico pari a:

$$W_{tot}: 449,16 \times 0,259 \times 1,2 = 140 \text{ kN}$$



d1	L	b	d2	ds	dk	TX	A	Carico estrazione	Resistenza sottotesta	Carico a taglio legno legno		Carico a taglio acciaio legno		
Diametro nominale	Lunghezza totale	Lunghezza filetto	Diametro nocciolo	Diametro gambo	Diametro testa	Misura torx	Spess.max fissabile	DIN 1052-2008 EN 1995:2008	DIN 1052-2008 EN 1995:2008	DIN 1052-2008 EN 1995:2008		acciaio		
								Rax,k	Rax,head,k	Rk,0	Rk,90	Spess.mm	Rk,0	Rk,90
								kN	kN	a=0°	a=90°		a=0°	a=90°
										kN	kN			
8	120	80	5,45	5,8	14,5	T40	40	7,39	2,1	2,61	1,98	4	3,3	2,75

Figura 8: Resistenza viti Torx 8x12

Viti Torx 8x12:

- Resistenza a taglio:2,16 kN

- Numero viti al m² = (1/0,5 x 1/0,15):.....13

Il numero di viti Torx 8x12 utilizzate sull'intera struttura sono:

$$n = \frac{13}{m^2} \times 449,16 m^2 = 5839 \text{ viti}$$

L'azione a cui è sottoposta ogni vite è:

$$F = 139,59 \frac{kN}{5839} = 3N$$

Il rateo di utilizzo sarà quindi:

$$rateo = \frac{0,03}{2,16} = 0,02$$

D - Dati identificativi del tecnico certificatore

Nome	Alberto
Cognome	Barcillesi
Ordine di iscrizione	Ingegneri
N° iscrizione	1329
Via	Via Mazzini
Civico	103
Comune:	Crema
Provincia:	CR
CAP	26013
Telefono	3391236134
Indirizzo email	alberto.barcillesi@ingpec.eu
Indirizzo PEC	alberto.barcillesi@ingpec.eu

Il tecnico
Ing. Alberto Barcillesi