

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI CASALE MONFERRATO

MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITA' CULTURALI
Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio per le province di
Alessandria, Asti, Biella, Cuneo, Novara, Verbano-Cusio-Ossola,
Vercelli

COMMITTENTE:
"Collegio - convitto municipale TREVISIO di Casale"
Ente morale laicale fondato 6 marzo 1623
via Trevigi n. 16 - Casale Monferrato (AL)

PROGETTISTI:
arch. Michele GAIA
Ordine degli Architetti Prov. di Alessandria n. 362

ing. Giorgio MONTIGLIO di Dante
Ordine degli Ingegneri di Alessandria n. 1404

**PROGETTO INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO,
RESTAURO, RISANAMENTO CONSERVATIVO E
MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI IMMOBILI
DI PROPRIETA' DELL'ENTE COLLEGIO-CONVITTO
MUNICIPALE TREVISIO DI CASALE SITI IN
CASALE MONFERRATO (AL)**

LOTTO 2 - FORESTERIA

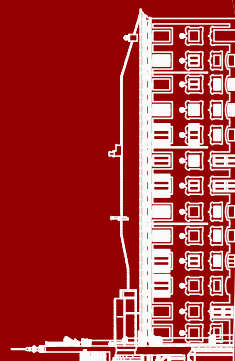
RESTAURO E MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA
PORZIONE DI FORESTERIA ADIACENTE ALLA CHIESA DI
SANTA CATERINA ED AFFACCIANTE SU PIAZZA CASTELLO

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA, SISMICA
E DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

data 01-10-2015
Rev.02 del 30-03-2016

doc.10



ENTE COLLEGIO-CONVITTO MUNICIPALE TREVISIO DI CASALE

Oggetto: Progetto interventi di consolidamento, restauro, risanamento conservativo e manutenzione straordinaria di immobili di proprietà dell'Ente Collegio-Convitto Municipale Trevisio di Casale siti in Casale Monferrato (AL).

LOTTO 2 – FORESTERIA

Restauro e manutenzione straordinaria della porzione di Foresteria adiacente alla Chiesa di Santa Caterina e affacciante su Piazza Castello

Committente: Collegio - Convitto municipale **TREVISIO** di Casale Monferrato - Ente morale laicale - Via Trevigi n. 16 - Casale Monferrato (AL)

Progettisti: **Arch. Michele GAIA**

Ordine degli Architetti della provincia di Alessandria n. 362
Corso Manacorda n. 53 – Casale Monferrato (AL)
Tel. 0142/45.51.48 – Email: archigaia@libero.it

Ing. Giorgio MONTIGLIO di Dante

Ordine degli Ingegneri della provincia di Alessandria n. 1404
Viale Montebello n. 15 – Casale Monferrato (AL)
Tel. 0142/45.23.19 – Email: info@studiomontiglio.it

data: 01 ottobre 2015 – Rev.02 del 30.03.2016

**RELAZIONE TECNICA, SISMICA E DI
CALCOLO DELLE STRUTTURE**

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	MATERIALI	4
4	ANALISI DEI CARICHI	4
4.1	RIPEILOGO CARICHI	4
4.1.1	PERMANENTI.....	5
4.1.2	ACCIDENTALI	6
4.2	COMBINAZIONI DI CARICO	7
5	VERIFICA ELEMENTI.....	8
5.1	FALSI PUNTONI	8
5.1.1	CARATTERISTICHE CARICHI SOLLECITAZIONI	8
5.1.2	VERIFICHE	9
5.1.2.1	Resistenza SLU	9
5.1.2.2	Verifica deformabilità	10
5.2	DIAGONALI.....	11
5.2.1	CARATTERISTICHE CARICHI SOLLECITAZIONI	12
5.2.2	VERIFICHE	12
5.2.2.1	Resistenza SLU	12
5.2.2.2	Verifica deformabilità	13
5.3	TERZERE	13
5.3.1	CARATTERISTICHE CARICHI SOLLECITAZIONI	13
5.3.2	VERIFICHE	14
5.3.2.1	Resistenza SLU	14

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica delle strutture da realizzarsi nell'ambito dei lavori di manutenzione straordinaria del complesso "Foresteria", di proprietà del "Collegio – convitto municipale Treviso di Casale" sito in Casale Monferrato (AL).

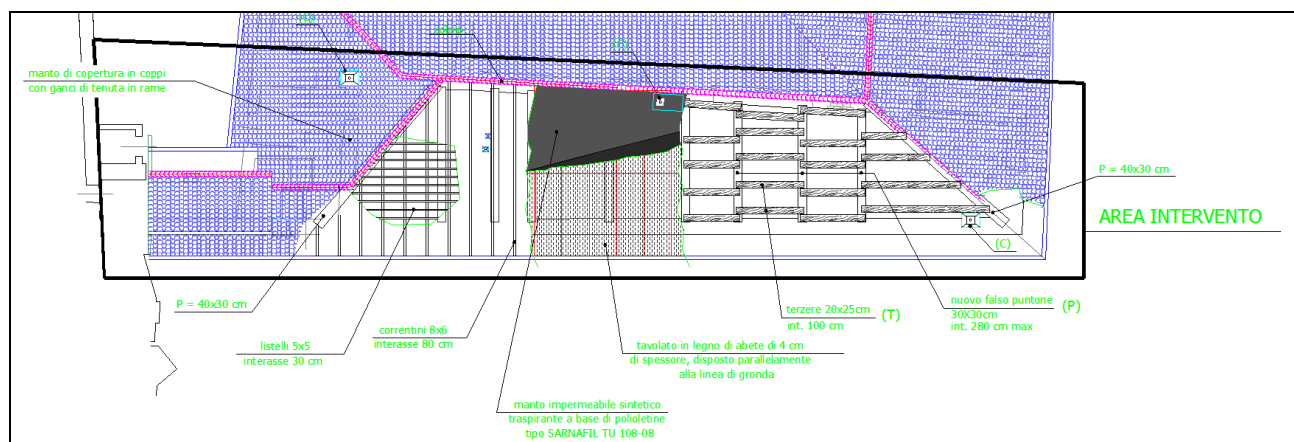
L'edificio in oggetto è un edificio storico, sottoposto al vincolo D.Lgs. 42/2004 dei Beni Culturali e della competente Soprintendenza dei Beni Architettonici di Torino, ed è costruito interamente in muratura, con copertura in coppi su struttura lignea e presenta tre piani fuori terra: piano terra, piano primo e piano ammezzato.

Oggetto del progetto di manutenzione sono:

- *piano primo*: realizzazione di un bagno e di alcune aperture interne e la chiusura di alcune aperture eterne;
- *piano ammezzato*: chiusura di alcune aperture esterne;
- *copertura*: completo rifacimento della falda nord.

Gli interventi ai piani primo ed ammezzato si possono considerare, ai sensi della DGR della Regione Piemonte 65-7656 del 21/05/2014 – allegato 2, di *limitata importanza strutturale*, pertanto nel seguito non verranno presi in considerazione.

Saranno quindi oggetto di verifica solo le nuove strutture di copertura.



La nuova copertura andrà a sostituire l'esistente ripristinando le caratteristiche originali, pertanto l'intervento si prefigura come *riparazione o intervento locale* ai sensi del D.M. 14/01/2008 (§8.4.3) in quanto non si modificano i carichi sulla struttura, la sua destinazione d'uso e la sua geometria.

Per questo motivo, oltre al fatto che gli interventi ai piani inferiori (di *limitata importanza strutturale*) non modificano la distribuzione complessiva delle masse di più del 15%, è sufficiente la verifica locale delle strutture della copertura, senza prendere in considerazione l'analisi sismica globale dell'edificio, che peraltro sorge in zona a bassa sismicità (zona 4).

Di seguito si svolgeranno quindi le verifiche strutturali degli elementi portanti della copertura, mentre non si considereranno le azioni sismiche, in quanto, su tali strutture le sollecitazioni accidentali statiche (neve ecc.) risultano preponderanti.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 14/01/2008: “Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003: “primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e S.M.I.
- D.G.R. Regione Piemonte n. 11-13058 del 19 gennaio 2010 e S.M.I. per la classificazione sismica;

3 MATERIALI

- LEGNO per strutture di copertura:

Legno massiccio tipo S1 (Abete) – EN 11035

- $f_{m,k} = 29 \text{ MPa}$ - resistenza a flessione;
- $f_{v,k} = 3,0 \text{ MPa}$ - resistenza a taglio;
- $E_{0,m} = 12000 \text{ MPa}$ – modulo elastico medio parallelo alla fibratura;
- $\gamma_m = 415 \text{ kg/m}^3$ – massa volumica media.

Classe di servizio: 3

4 ANALISI DEI CARICHI

4.1 RIPEILOLOGO CARICHI

I carichi sono i seguenti:

permanenti

- pesi propri elementi orditura in legno (a favore di sicurezza: peso specifico = a $9,00 \text{ kN/m}^3$);
- impermeabilizzazione;
- manto di copertura in coppi;

accidentali

- neve;
- carico di esercizio;
- vento;

Come già detto, per le verifiche in oggetto risulta poco significativa l'azione sismica, in quanto l'edificio si trova in zona 4, nella quale è possibile trascurare la componente verticale.

Di seguito si riportano i valori dei vari carichi.

4.1.1 PERMANENTI

Falsi puntoni

b =	0,30 m	larghezza
h =	0,30 m	altezza
i =	2,80 m	interasse
q _{pp} =	0,81 kN/m	carico lineare di peso proprio
Q _{pp} =	0,29 kN/m ²	carico equivalente per unità di superficie

Diagonali

b =	0,30 m	larghezza
h =	0,40 m	altezza
q _{pp} =	1,08 kN/m	carico lineare di peso proprio

Terzere

b =	0,25 m	larghezza
h =	0,20 m	altezza
i =	1,00 m	interasse
q _{pp} =	0,45 kN/m	carico lineare singolo listello
Q _{pp} =	0,45 kN/m ²	carico equivalente per unità di superficie

Tavolato

s =	0,040 m	spessore
Q _{tav} =	0,360 kN/m ²	carico per unità di superficie

Listelli - strato 1

b =	0,06 m	larghezza
h =	0,08 m	altezza
i =	0,80 m	interasse
q _{pp} =	0,043 kN/m	carico lineare singolo listello
Q _{pp} =	0,05 kN/m ²	carico equivalente per unità di superficie

Listelli - strato 2

b =	0,05 m	larghezza
h =	0,05 m	altezza
i =	0,30 m	interasse
q _{pp} =	0,023 kN/m	carico lineare singolo listello
Q _{pp} =	0,08 kN/m ²	carico equivalente per unità di superficie

Manto di impermeabilizzazione

$Q_{imp} = 0,10 \text{ kN/m}^2$ strato di impermeabilizzazione

Manto di copertura

$Q_{cop} = 0,80 \text{ kN/m}^2$ manto di copertura in coppi

4.1.2 ACCIDENTALI**Accidentali****Esercizio (Cat. H1 - D.M. 14/01/2008)**

$Q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$ carico dovuto alla neve su superficie piana

Neve (D.M. 14/01/2008)

Regione: Piemonte => Zona I Comune di Casale (AL)

$Q_{slm} = 116 \text{ m}$ quota sul livello del mare

$Q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ carico dovuto alla neve su superficie piana

Vento (D.M. 14/01/2008)*Calcolo pressione di riferimento*

$v_{ref,0} = 25 \text{ m/s}$ velocità di riferimento di base (funzione della zona)

$a_s = 116 \text{ m}$ quota sul livello del mare

$a_0 = 1000 \text{ m}$ funzione del sito

$k_a = 0,01 \text{ l/s}$ funzione del sito

$v_b = 25 \text{ m/s}$ velocità di riferimento per progetto

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ densità aria

$q_b = 0,39 \text{ kN/m}^2$ pressione di riferimento

Calcolo coefficiente di esposizione

$z = 11,00 \text{ m}$ altezza della costruzione dal suolo

zona I

classe di rugosità b

categoria IV

$k_r = 0,22$ funzione del sito

$z_0 = 0,3 \text{ m}$ funzione del sito

$z_{min} = 8 \text{ m}$ funzione del sito

$c_t = 1$ coefficiente di topografia

$c_e = 1,85$ coefficiente di esposizione

Coefficiente dinamico

$c_d = 1,00$ coefficiente dinamico

Calcolo coefficiente di forma

$\alpha =$	23,00 °	angolo inclinazione tetto
$c_{pe_fspv} =$	1,11	coefficiente di forma esterno per falde sopravvento
$c_{pe_fstv} =$	-0,60	coefficiente di forma esterno per pareti sottovento

Pressioni di calcolo

$p_{stv} =$	0,80 kN/m ²	pressione sulle falde sottovento
$p_{spv} =$	-0,43 kN/m ²	pressione sulle pareti e copertura sopravvento

Si precisa che, a favore di sicurezza, sono stati considerati i coefficienti di esposizione di una tettoia isolata e si considererà il solo valore di pressione per falde sottovento, combinato con gli altri carichi accidentali secondo quanto descritto di seguito.

4.2 COMBINAZIONI DI CARICO

In combinazione rara (SLE) si ha:

$$G + P + Q_1 + \sum \psi_{0i} Q_i \text{ (i>1)}$$

dove:

G = carichi accidentali (valore caratteristico);

P = precompressione (valore caratteristico);

Q = carichi permanenti (valore caratteristico);

ψ_{0i} = coefficienti riduttivi di contemporaneità carichi accidentali rispetto a quello principale;

A stato limite ultimo (SLU):

$$\gamma_g G + \gamma_p P + \gamma_Q Q_1 + \sum \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_i \text{ (i>1)}$$

dove i coefficienti γ sono i coefficienti di stato limite ultimo. A favore di sicurezza si utilizza per tutti i carichi un coefficiente $\gamma = 1,5$, come riportato nel successivo riepilogo.

combinazione quasi permanente (SLE):

$$G + P + \sum \psi_{2i} Q_i$$

I coefficienti per le varie tipologie di carico sono riassunti di seguito:

Coefficienti di stato limite

$\gamma_G =$	1,5	coefficiente per carichi permanenti (tutti)
$\gamma_Q =$	1,5	coefficiente per carichi variabili (tutti)

Coefficienti di contemporaneità***Carico di esercizio***

$$\Psi_{0i} = 0,00$$

$$\Psi_{1i} = 0,00$$

$$\Psi_{2i} = 0,00$$

Carico vento

$$\Psi_{0i} = 0,60$$

$$\Psi_{1i} = 0,20$$

$$\Psi_{2i} = 0,00$$

Carico neve

$$\Psi_{0i} = 0,50$$

$$\Psi_{1i} = 0,20$$

$$\Psi_{2i} = 0,00$$

Di seguito si farà riferimento alla combinazione a stato limite ultimo per le verifiche di resistenza e alle combinazioni a stato limite di esercizio (rara e quasi permanente) per le verifiche di deformabilità.

5 VERIFICA ELEMENTI

Di seguito si verificheranno gli elementi portanti principali della copertura, oggetto di rifacimento:

- falsi puntoni;
- diagonali;
- terzere;

5.1 FALSI PUNTONI

5.1.1 CARATTERISTICHE CARICHI SOLLECITAZIONI

Gli elementi in oggetto sono sostanzialmente riconducibili ad una trave in semplice appoggio. Essendo a sezione costante sono significative le sollecitazioni di momento massimo (mezzeria) e taglio massimo (appoggio).

$i_{\max} =$	2,50 m	interasse massimo
$q_{\text{perm}} =$	5,32 kN/m	carico permanente totale
$q_{\text{es}} =$	1,25 kN/m	carico accidentale - esercizio
$q_{\text{vento}} =$	2,01 kN/m	carico accidentale - vento
$q_{\text{neve}} =$	3,00 kN/m	carico accidentale - neve
$l_c =$	4,95 m	luce di calcolo
$M_{\text{perm}} =$	16,30 kNm	momento permanente
$V_{\text{perm}} =$	13,17 kN	taglio permanente
$M_{\text{acc}_e} =$	3,83 kNm	momento da esercizio
$V_{\text{acc}_e} =$	3,09 kN	taglio da esercizio
$M_{\text{acc}_v} =$	6,15 kNm	momento da vento
$V_{\text{acc}_v} =$	4,97 kN	taglio da vento
$M_{\text{acc}_n} =$	9,19 kNm	momento da neve
$V_{\text{acc}_n} =$	7,43 kN	taglio da neve

Combinazione 1

$M_{\text{SLU}_1} =$	43,76 kNm	momento stato limite ultimo
$V_{\text{SLU}_1} =$	35,36 kN	taglio stato limite ultimo

Combinazione 2

$M_{\text{SLU}_2} =$	42,61 kNm	momento stato limite ultimo
$V_{\text{SLU}_2} =$	34,44 kN	taglio stato limite ultimo

Combinazione 3

$M_{\text{SLU}_3} =$	40,56 kNm	momento stato limite ultimo
$V_{\text{SLU}_3} =$	32,78 kN	taglio stato limite ultimo

5.1.2 VERIFICHE

Si svolgono le verifiche di resistenza a stato limite ultimo e di deformabilità.

5.1.2.1 Resistenza SLU

Come detto il falso puntone si considera come una trave in semplice appoggio, quindi si verifica la mezzeria a flessione semplice e gli appoggi a taglio. Occorre quindi verificare che:

$$\sigma_n \leq f_{m,k}$$

$$\tau_v \leq f_{v,k}$$

Dove σ_n e τ_v sono, rispettivamente, la tensione normale massima, indotta dal momento flettente, e la tensione tangenziale massima. Quest'ultima è calcolata con la formula di Jourawsky:

$$\tau_v = V \cdot S / Jb$$

Dove “J” il momento d’inerzia “S” è il momento statico nella sezione considerata, con larghezza “b”.

b =	0,30 m	larghezza
h =	0,30 m	altezza
A =	0,09 m ²	area
W =	4,50E-03 m ³	modulo di resistenza
S =	3,38E-03 m ³	momento statico massimo
I =	6,75E-04 m ⁴	momento d'inerzia
f _{m,k} =	29 MPa	resistenza caratteristica a flessione
γ _m =	1,5	coefficiente di sicurezza (legno massiccio)
k _{mod} =	0,70	coefficiente che tiene conto della durata dei carichi
f _{m,d} =	13,53 MPa	resistenza di progetto a flessione
f _{v,k} =	3 MPa	resistenza caratteristica a taglio
γ _v =	1,5	coefficiente di sicurezza (legno massiccio)
f _{v,d} =	1,40 MPa	resistenza di progetto a taglio
σ _n =	9,73 MPa	tensione normale massima a flessione (valore assoluto) < f _{m,d} => OK
τ _v =	0,59 MPa	tensione tangenziale massima a taglio < f _{v,d} => OK

5.1.2.2 Verifica deformabilità

Si verifica la freccia massima nelle seguenti due condizioni:

- deformazione istantanea;
- deformazione a lungo termine;

Nel primo caso, in cui si considerano tutti i carichi massimi (combinazione rara) calcolando la freccia con il modulo elastico riportato in precedenza (E_{0,m}); nel secondo caso invece si calcola la freccia dovuta ai carichi della combinazione quasi permanente con un modulo elastico ridotto (E_{rid}) dato da:

$$E_{rid} = E_{0,m} / (1 + k_{def})$$

Dove k_{def} è un coefficiente funzione del tipo di legno e della classe di servizio (Tab.4.4.V D.M. 14/01/2008). In questo caso:

$$k_{def} = 2$$

Nel D.M. 14/01/2008, nella parte dedicata alle costruzioni in legno, non sono riportate prescrizioni specifiche sui limiti di deformabilità. Sulla base di limiti proposti in letteratura e nel §4.2.4.2.1, all'interno del capitolo relativo alle costruzioni in acciaio si considerano i seguenti limiti:

$$l_c/f_{ist} \geq 300$$

$$l_c/f_{fin} \geq 200$$

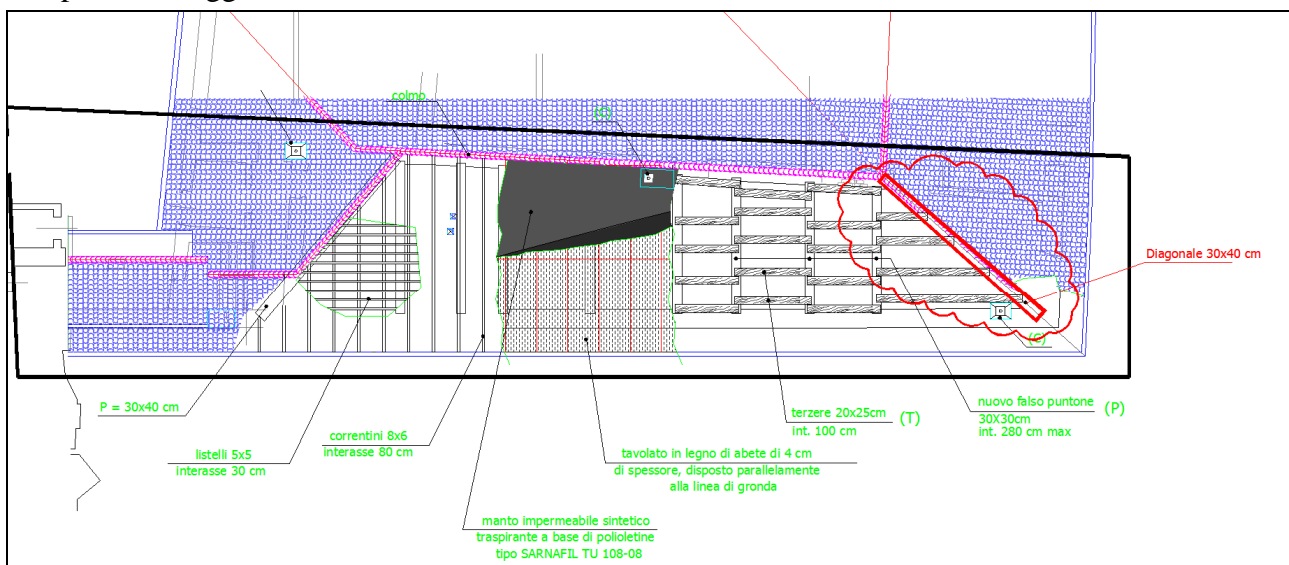
dove l_c è la luce di calcolo e f_{ist} e f_{fin} sono, rispettivamente, la freccia massima istantanea e finale (lungo termine).

Si ha quindi:

$E_0 =$	12000 MPa	modulo elastico iniziale
$k_{def} =$	2	coefficiente che tiene conto di viscosità e umidità
$E_{fin} =$	4000 MPa	modulo elastico finale
$q_{rara} =$	9,53 kN/m	carico combinazione rara - azione istantanea
$f_{ist} =$	9,19 mm	freccia istantanea
$l_c/f_{ist} =$	538	> 300 => OK
$q_{qp} =$	8,32 kN/m	carico combinazione quasi permanente - azione lungo termine
$f_{fin} =$	24,09 mm	freccia finale
$l_c/f_{fin} =$	205	> 200 => OK

5.2 DIAGONALI

Si considera il diagonale all'angolo nord-ovest della copertura, che risulta avere la luce e l'area di competenza maggiori:



Le verifiche si svolgono in maniera analoga a quanto visto per il falso puntone: si riportano le verifiche senza ulteriori commenti.

5.2.1 CARATTERISTICHE CARICHI SOLLECITAZIONI

b_{c_eq} =	2,00 m	larghezza di competenza equivalente
q_{perm} =	4,76 kN/m	carico permanente totale
q_{es} =	1,00 kN/m	carico accidentale - esercizio
q_{vento} =	0,78 kN/m	carico accidentale - vento
q_{neve} =	3,00 kN/m	carico accidentale - neve

l_c =	6,20 m	luce di calcolo
---------	--------	-----------------

M_{perm} =	22,86 kNm	momento permanente
V_{perm} =	14,75 kN	taglio permanente
M_{acc_e} =	4,81 kNm	momento da esercizio
V_{acc_e} =	3,10 kN	taglio da esercizio
M_{acc_v} =	3,75 kNm	momento da vento
V_{acc_v} =	2,42 kN	taglio da vento
M_{acc_n} =	14,42 kNm	momento da neve
V_{acc_n} =	9,30 kN	taglio da neve

Combinazione 1

M_{SLU_1} =	59,29 kNm	momento stato limite ultimo
V_{SLU_1} =	38,25 kN	taglio stato limite ultimo

Combinazione 2

M_{SLU_2} =	55,69 kNm	momento stato limite ultimo
V_{SLU_2} =	35,93 kN	taglio stato limite ultimo

Combinazione 3

M_{SLU_3} =	50,74 kNm	momento stato limite ultimo
V_{SLU_3} =	32,73 kN	taglio stato limite ultimo

5.2.2 VERIFICHE

5.2.2.1 Resistenza SLU

b =	0,30 m	larghezza
h =	0,40 m	altezza
A =	0,12 m ²	area
W =	8,00E-03 m ³	modulo di resistenza
S =	6,00E-03 m ³	momento statico massimo
I =	1,60E-03 m ⁴	momento d'inerzia

$f_{m,k} =$	29 MPa	resistenza caratteristica a flessione
$\gamma_m =$	1,5	coefficiente di sicurezza (legno massiccio)
$k_{mod} =$	0,70	coefficiente che tiene conto della durata dei carichi
$f_{m,d} =$	13,53 MPa	resistenza di progetto a flessione
$f_{v,k} =$	3 MPa	resistenza caratteristica a taglio
$\gamma_v =$	1,5	coefficiente di sicurezza (legno massiccio)
$f_{v,d} =$	1,40 MPa	resistenza di progetto a taglio
$\sigma_n =$	7,41 MPa	tensione normale massima a flessione (valore assoluto) $< f_{m,d} \Rightarrow$ OK
$\tau_v =$	0,48 MPa	tensione tangenziale massima a taglio $< f_{v,d} \Rightarrow$ OK

5.2.2.2 Verifica deformabilità

$E_0 =$	12000 MPa	modulo elastico iniziale
$k_{def} =$	2	coefficiente che tiene conto di viscosità e umidità
$E_{fin} =$	4000 MPa	modulo elastico finale
$q_{rara} =$	8,23 kN/m	carico combinazione rara - azione istantanea
$f_{ist} =$	8,24 mm	freccia istantanea
$l_c/f_{ist} =$	752	$> 300 \Rightarrow$ OK
$q_{qp} =$	7,76 kN/m	carico combinazione quasi permanente - azione lungo termine
$f_{fin} =$	23,32 mm	freccia finale
$l_c/f_{fin} =$	266	$> 200 \Rightarrow$ OK

5.3 TERZERE

Anche le terzere si verificano analogamente agli altri elementi. Sono in questo caso poco significative le verifiche a deformazione: si riportano solo le verifiche di resistenza a stato limite ultimo.

5.3.1 CARATTERISTICHE CARICHI SOLLECITAZIONI

$i =$	1,00 m	interasse
$q_{perm} =$	1,84 kN/m	carico permanente totale
$q_{es} =$	0,50 kN/m	carico accidentale - esercizio
$q_{vento} =$	0,80 kN/m	carico accidentale - vento
$q_{neve} =$	1,50 kN/m	carico accidentale - neve
$l_c =$	2,50 m	luce di calcolo massima

$M_{perm} =$	1,44 kNm	momento permanente
$V_{perm} =$	2,30 kN	taglio permanente
$M_{acc_e} =$	0,39 kNm	momento da esercizio
$V_{acc_e} =$	0,63 kN	taglio da esercizio
$M_{acc_v} =$	0,63 kNm	momento da vento
$V_{acc_v} =$	1,00 kN	taglio da vento
$M_{acc_n} =$	1,17 kNm	momento da neve
$V_{acc_n} =$	1,88 kN	taglio da neve

Combinazione 1

$M_{SLU_1} =$	4,48 kNm	momento stato limite ultimo
$V_{SLU_1} =$	7,16 kN	taglio stato limite ultimo

Combinazione 2

$M_{SLU_2} =$	4,18 kNm	momento stato limite ultimo
$V_{SLU_2} =$	6,70 kN	taglio stato limite ultimo

Combinazione 3

$M_{SLU_3} =$	3,98 kNm	momento stato limite ultimo
$V_{SLU_3} =$	6,36 kN	taglio stato limite ultimo

5.3.2 VERIFICHE**5.3.2.1 Resistenza SLU**

$b =$	0,25 m	larghezza
$h =$	0,20 m	altezza
$A =$	0,05 m ²	area
$W =$	1,67E-03 m ³	modulo di resistenza
$S =$	1,25E-03 m ³	momento statico massimo
$I =$	1,67E-04 m ⁴	momento d'inerzia
$f_{m,k} =$	29 MPa	resistenza caratteristica a flessione
$\gamma_m =$	1,5	coefficiente di sicurezza (legno massiccio)
$k_{mod} =$	0,70	coefficiente che tiene conto della durata dei carichi
$f_{m,d} =$	13,53 MPa	resistenza di progetto a flessione
$f_{v,k} =$	3 MPa	resistenza caratteristica a taglio
$\gamma_v =$	1,5	coefficiente di sicurezza (legno massiccio)
$f_{v,d} =$	1,40 MPa	resistenza di progetto a taglio
$\sigma_m =$	2,69 MPa	tensione normale massima a flessione (valore assoluto) < $f_{m,d}$ => OK
$\tau_v =$	0,21 MPa	tensione tangenziale massima a taglio < $f_{v,d}$ => OK

*** **