



Comune di Trieste
piazza Unità d'Italia 4
34121 Trieste
tel. 040/6751
www.comune.trieste.it
partita iva 00210240321

**AREA LAVORI PUBBLICI
SERVIZIO EDILIZIA
SCOLASTICA E SPORTIVA**



STUDIO DI INGEGNERIA STRUTTURALE

Dott. Ing. Isaia CLEMENTE

Via Asquini 10 - 34074 Monfalcone (GO)

C.F. CLM SIA 75E28 F356Z - P.IVA 01031150319

Tel 333.6230580 - E.Mail: isaia.clemente@gmail.com

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER RINFORZO STRUTTURALE
DELLA COPERTURA E DEL SOTTOTETTO
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO "PRIMOZ TRUBAR"
SITO IN VIA IGO GRUDEN N. 19 – LOC. BASOVIZZA A TRIESTE
- Codice opera n° 19156 -**

PROGETTO ESECUTIVO DELLE STRUTTURE

TITOLO ELABORATO	LEGENDA ELEVAZIONI	AGGIORNAMENTI
RELAZIONI TECNICHE STRUTTURALI		
		Disegnatore :
		Data: Marzo 2020

PROGETTISTA E D.L. DELLE STRUTTURE	COSTRUTTORE	R.U.P.	ELAB. N°
			RS

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
COMUNE DI TRIESTE

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER RINFORZO
STRUTTURALE DELLA COPERTURA E DEL SOTTOTETTO
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO "PRIMOZ TRUBAR"
SITO IN VIA IGO GRUDEN N. 19 – LOC. BASOVIZZA A TRIESTE**

COMUNE DI TRIESTE – CODICE OPERA N. 19156

PROGETTO ESECUTIVO DELLE STRUTTURE



1. RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE
2. RELAZIONE SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
3. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI
4. RELAZIONE DI CALCOLO
5. VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEI CALCOLI E DELLE VERIFICHE

Il progettista e D.L. delle strutture

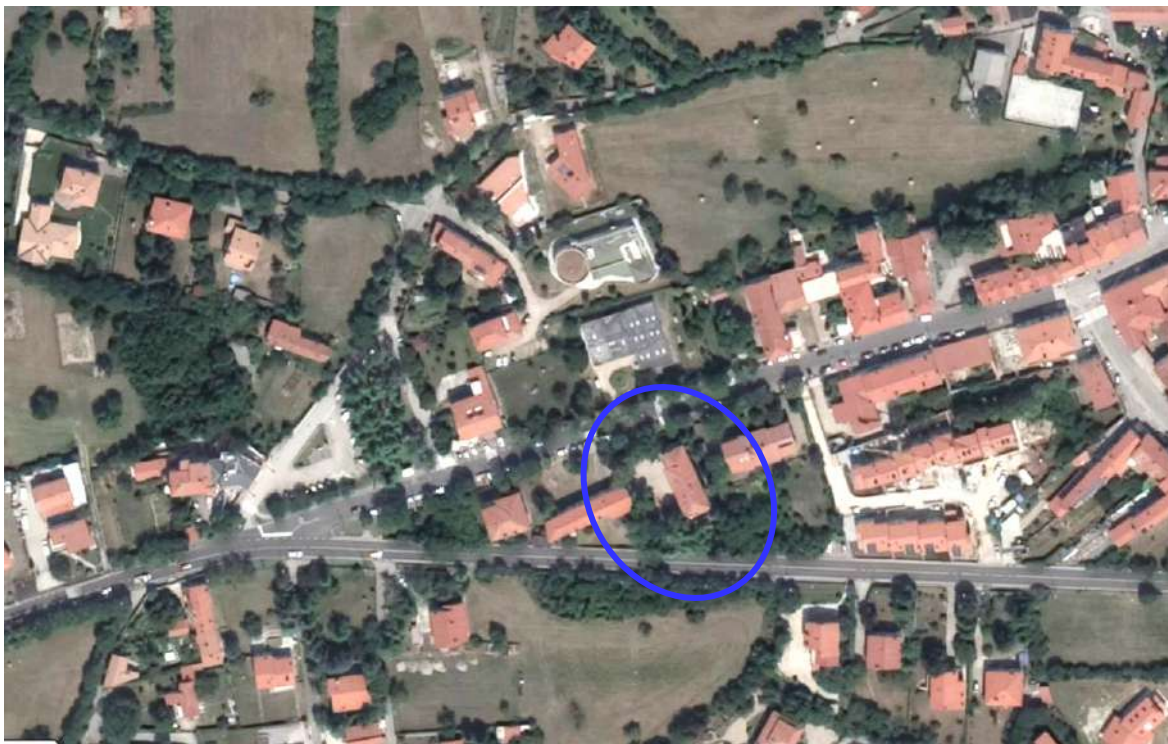
SOMMARIO

1.	RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE.....	3
1.1.	PREMESSA	3
1.2.	STATO DI FATTO – RILIEVO SOTTOTETTO E COPERTURA	6
1.3.	INTERVENTO DI RINFORZO STRUTTURALE - PROGETTO.....	18
1.4.	OSSERVANZA NORMATIVA SISMICA	20
2.	RELAZIONE SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	21
3.	RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI ESISTENTI.....	26
4.	RELAZIONE DI CALCOLO	28
4.1.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	28
4.2.	ANALISI DEI CARICHI	28
4.3.	CALCOLO SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI	33
4.3.1.	VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI	33
4.3.1.1.	SOLAIO SOTTOTETTO – STATO DI FATTO	34
4.3.1.2.	SOLAIO SOTTOTETTO – PROGETTO DI RINFORZO	40
4.3.1.3.	SOLAIO SOTTOTETTO – RIASSUNTO RISULTATI	53
4.3.1.1.	SOLAIO DI COPERTURA – STATO DI FATTO	54
4.3.1.2.	SOLAIO DI COPERTURA – RIASSUNTO RISULTATI STATO DI FATTO	94
4.3.1.3.	SOLAIO DI COPERTURA – PROGETTO con RIDUZIONE CARICHI	95
4.3.1.4.	SOLAIO DI COPERTURA – PROGETTO DI RINFORZO	135
4.3.1.5.	SOLAIO DI COPERTURA – RIASSUNTO RISULTATI	175
5.	VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEI CALCOLI E DELLE VERIFICHE	176

1. RELAZIONE GENERALE SULLE STRUTTURE

1.1. PREMESSA

L'intervento in progetto riguarda la manutenzione straordinaria per il rinforzo strutturale del solaio di copertura e del solaio di sottotetto dell'edificio sito in via I. Gruden 19 in loc. Basovizza a Trieste, sede della Scuola Elementare Statale con lingua d'insegnamento slovena "Primoz Trubar".



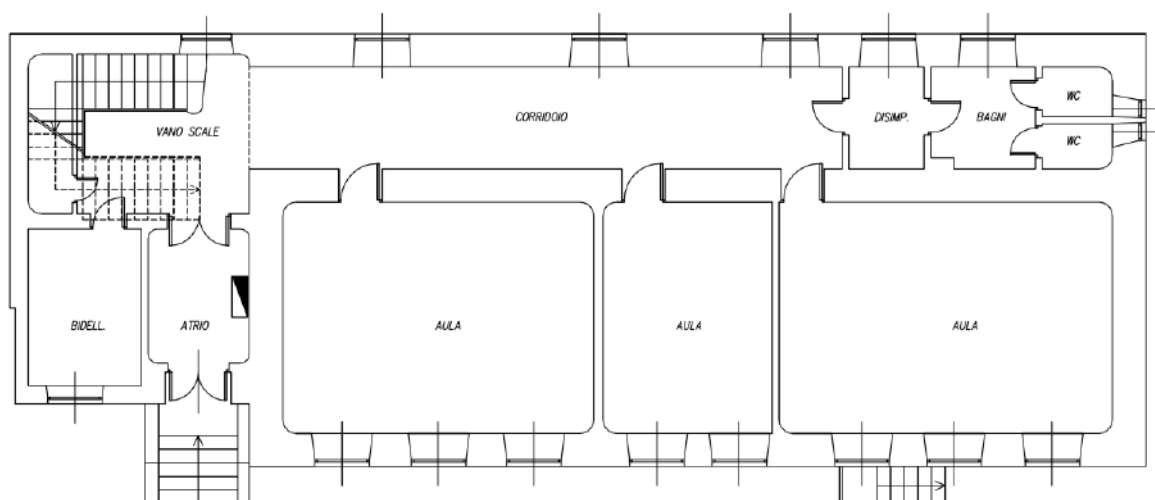
Vista in pianta dell'area di intervento

In seguito al netto cedimento di un elemento ligneo della copertura (rompitratte a sostegno di un bordonale), il Comune di Trieste ha incaricato lo scrivente per la verifica della consistenza statica e proporre un intervento di rinforzo strutturale necessario a garantire la sicurezza nei confronti dei carichi statici del solaio di copertura e del sottotetto. Di seguito si riporta il rilievo e l'analisi dello stato di fatto e successivamente l'intervento di rinforzo.

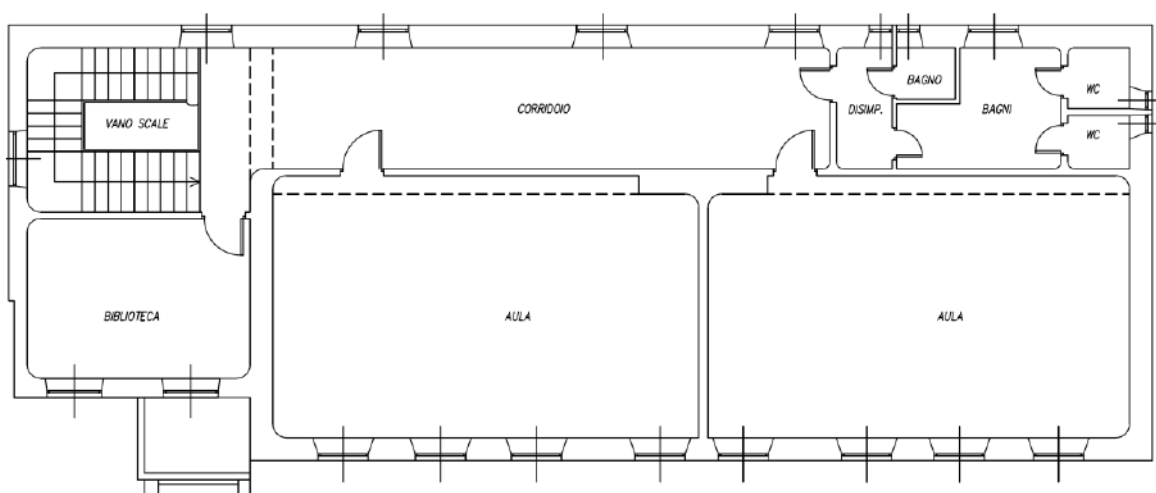
L'edificio esistente presenta tipica forma degli edifici scolastici eretti nella prima metà del secolo scorso, ovvero con pianta rettangolare di dimensione 25x9.50m circa, sviluppato in altezza per 2 piani fuori terra con copertura in legno a padiglione. Il piano terra, rialzato rispetto al piano campagna di circa 1.00m, ed il piano primo sono adibiti ad attività scolastica, mentre il sottotetto è accessibile per sola manutenzione attraverso una botola.

La struttura portante è costituita da una muratura perimetrale e di spina in materiale lapideo con innesti, completamenti e locali rinforzi in mattoni pieni laterizi. I solai di piano primo, di sottotetto e la copertura a falde inclinate sono in legno.

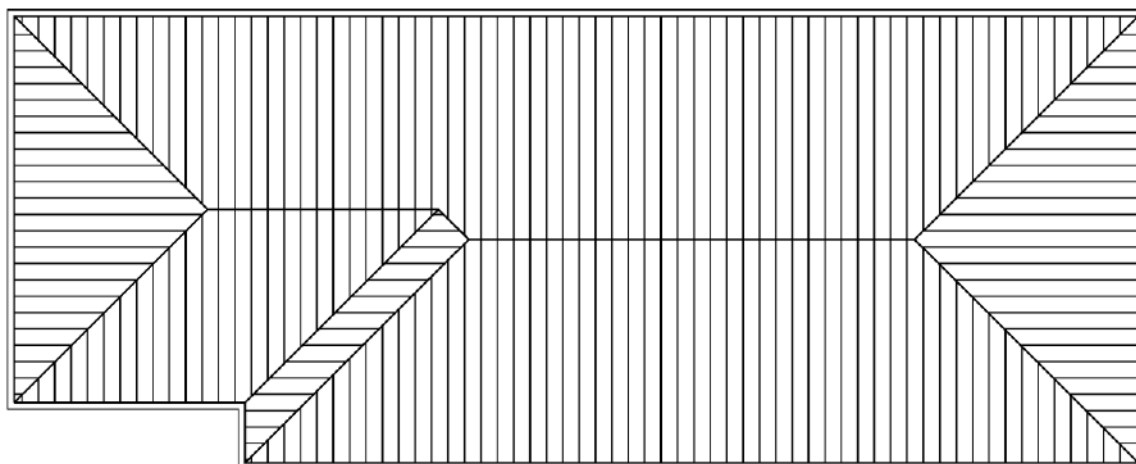
PIANO TERRA

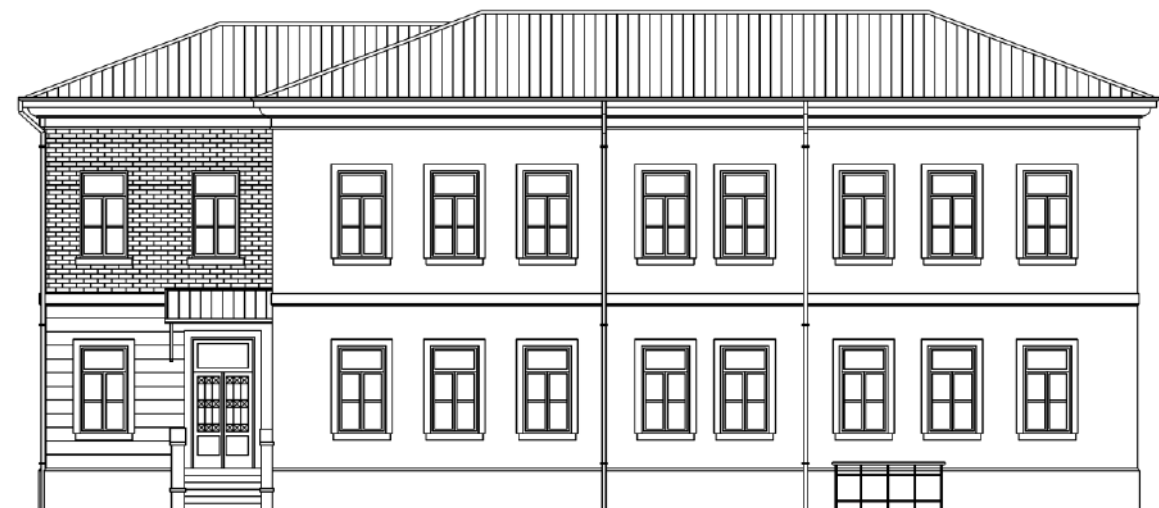


PIANO PRIMO

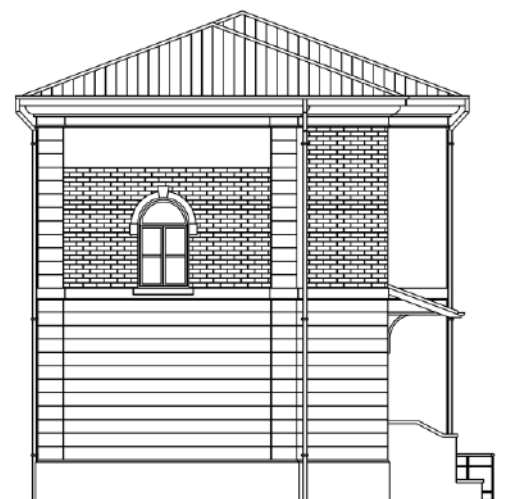


PIANO COPERTURA

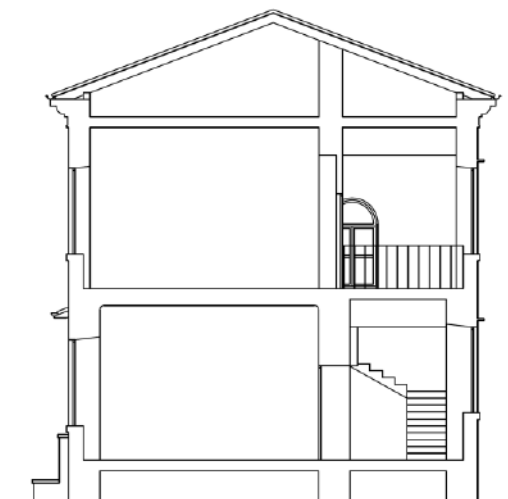




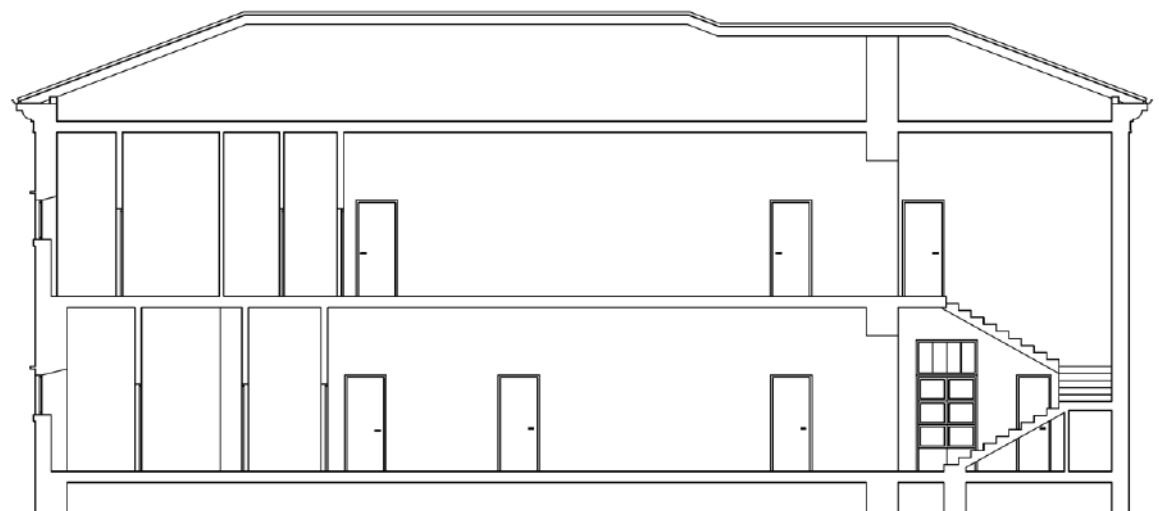
FACCIATA PRINCIPALE



FACCIATA LATERALE SINISTRA



SEZIONE TRASV.



SEZIONE LONG.

1.2. STATO DI FATTO – RILIEVO SOTTOTETTO E COPERTURA

In seguito ai diversi sopralluoghi eseguiti dallo scrivente, è stato redatto un rilievo geometrico dell'ordito del solaio di sottotetto (per quanto accessibile e ispezionabile dall'alto) e quello di copertura, rilevando inoltre diverse criticità statiche.

Il solaio di calpestio del piano sottotetto, accessibile per sola manutenzione attraverso una modesta botola, è costituito da un impalcato di travi in legno "uso fiume" con l'intradosso formato da arelle/listelli ed intonaco, a realizzare il soffitto del piano primo; le travi sono disposte su due campate di luce netta 5.76m e 2.65m, poste in semplice appoggio sulla muratura di spina; le travi presentano sezioni di dimensioni variabili, comprese fra i 13x17cm e 16x19cm, e sono poste ad interasse medio 85cm (var 73÷94cm). Solo in alcune zone l'impalcato presenta un tavolato grezzo superiore di spessore 25mm circa. (Foto n. 01 – 03) Nel vano prospiciente la strada (sopra l'atrio d'ingresso), le travi presentano orditura ruotata di 90° con presenza del tavolato superiore e sono disposte in semplice appoggio ai due muri portanti. (Foto n. 04 – 05).

Le indagini hanno mostrato le seguenti evidenze:

- *gli elementi lignei dell'impalcato di sottotetto, per quanto accessibile e ispezionabile dall'alto, non presentano evidenti criticità legate alla marcescenza e/o umidità; le verifiche statiche eseguite, e riportate nel seguito della presente relazione, rilevano che la gran parte degli elementi risulta verificata ai carichi verticali (pp+manutenzione), con qualche eccezione legata a pochi elementi eccessivamente snelli, mentre la maggior parte degli elementi non risultano verificati nei confronti della deformabilità (SLE);*



Foto n° 01



Foto n° 02



Foto n° 03



Foto n° 04



Foto n° 05

La copertura a padiglione è costituita da 5 capriate (semplici triangolari) che sostengono le travi di colmo ed i bordonali. Questi elementi presentano misure della sezione trasversale diverse, in generale modeste rispetto all'impegno statico richiesto. L'orditura secondaria è costituita da puntoni / travetti di falda in legno "uso fiume" di dimensioni variabili e compresi fra 13x15, 16x17, 14x19 posti ad interasse medio 85cm (var. 75÷94cm a seconda della specifica geometria); perimetralmente sopra la muratura portante lapidea è presente un banchina in legno di circa 13cm di altezza, su cui poggiano i travetti di copertura; sopra i travetti sono presenti correntini (listelli) e tavelle piene in laterizio con coppi; in alcune zone, negli anni passati, sono stati sostituite alcune travi e bordonali con nuovi elementi in legno massiccio (di tipo "moderno") e listelli, più nuove tavelle leggere. (Foto n. 06 – 11)

Le indagini hanno rilevato le seguenti evidenze:

- *il traverso a sostegno del bordonale sito a sud-ovest si presenta rotto (a flessione/ momento positivo) in corrispondenza della mezzeria sotto il carico centrale ed è stato recentemente puntellato provvisoriamente. La rottura del traverso ha di fatto trascinato con se il bordonale, già esile ed insufficiente, e tutti i travetti, creando un avvallamento nella copertura; (Foto n. 12 – 13)*
- *alcuni elementi (evidenziati negli elaborati) si presentano con eccessive deformazioni (freccia elastica) e/o evidentemente fessurati già in presenza dei soli carichi permanenti (assenza di carichi variabili - neve), che costituiscono solo una parte del carico totale di progetto (circa la metà). (Foto n. 04 / 05 / 10 / 11)*
- *diffuse marcescenze legate all'infiltrazione d'acqua in diversi elementi secondari e primari che compromettono la staticità degli stessi; gli elementi interessati da questa patologia sono essenzialmente quelli in prossimità di lucernai, canne fumarie e altri punti in cui ci sono state perdite del manto di copertura; (Foto n. 15 – 18)*
- *diversi elementi lignei, in particolare quelli presenti nella parte a nord (sopra l'atrio di ingresso) presentano attacchi di parassiti (elem. tarlati) e marcescenze ad essi collegati, portando alla riduzione della sezione trasversale già peraltro insufficiente; inoltre queste patologie rendono ulteriormente critiche le connessioni e le unioni "approssimative" fra gli elementi esistenti; (Foto n. 10 / 16 / 20 / 21)*
- *le verifiche statiche eseguite, e riportate nel seguito della presente relazione, rilevano che la gran parte degli elementi lignei (primari e secondari) NON risultano verificati ai carichi verticali, con qualche eccezione legata a pochi elementi di maggior sezione. Allo stesso tempo, la maggior parte degli elementi non risulta verificato neppure nei confronti della deformabilità (SLE), con maggiori evidenze proprio in quei elementi che già a vista si presentano in condizioni critiche;*
- *le capriate si presentano in discrete condizioni di conservazione, senza evidenti criticità riscontrabili in questa fase. Le verifiche di resistenza degli elementi risultano sostanzialmente verificate, con qualche eccezione legate allo "scalzamento del tacco", peraltro eseguita in condizione teorica di assenza di collegamento e ammorsamento dello stesso della muratura, a favore di sicurezza;*
- *in generale si riscontra una diffusa carenza ed insufficienza dei collegamenti fra gli elementi lignei a tutti i livelli dell'ordito.*



Foto n° 06



Foto n° 07



Foto n° 08



Foto n° 09



Foto n° 10



Foto n° 11



Foto n° 12



Foto n° 13



Foto n° 14



Foto n° 15



Foto n° 16



Foto n° 17



Foto n° 18



Foto n° 19



Foto n° 20



Foto n° 21

1.3. INTERVENTO DI RINFORZO STRUTTURALE - PROGETTO

In seguito alle criticità ben evidenti in situ (durante i sopralluoghi) e quelle messe in luce nelle successive analisi e verifiche strutturali, si propone la riparazione e rinforzo statico del solaio di sottotetto e del piano di copertura in struttura lignea, attraverso un intervento statico locale e migliorativo delle strutture esistenti, agendo sia dal punto di vista dei carichi presenti (riduzione pesi portati), sia dal punto di vista della resistenza e rigidità degli elementi lignei, sia a livello dei collegamenti tra loro.

Nello specifico, per il solaio di sottotetto si prevede:

- *Rinforzo statico ed irrigidimento nel piano e fuori piano del solaio di sottotetto: posa in opera di un nuovo piano di calpestio in pannelli OSB composto da doppio strato OSB/3 (sp.=25+20mm), ovvero uno strato OSB/3 (sp.=20mm) sopra il tavolato esistente ove già presente, incrociati e fissati con viti strutturali da legno alle travi esistenti sottostanti; sostituzione di eventuali travi ammalorate con nuove di pari sezione, nel caso che la messa a nudo della struttura possa evidenziare criticità, ora non rilevabili.*

L'intervento sopra descritto permetterà di superare positivamente le verifiche di resistenza (SLU) e rigidità (freccia SLE) in virtù della collaborazione fra elementi lignei esistenti ed il doppio pannello OSB/3 (struttura composta).

Per il solaio di copertura l'intervento di rinforzo prevede:

- *netta riduzione dei carichi permanenti portati esistenti, attraverso la rimozione del pacchetto di copertura esistente (listelli, tavelle piene e coppi in malta) e posa in opera di un nuovo pacchetto leggero composto da doppio tavolato, guaina impermeabilizzante e nuovi coppi posti in opera con schiuma poliuretanica;*
- *sostituzione degli elementi lignei esistenti ammalorati, in presenza di marcescenze da umidità o da attacco biotico, con nuove travi in legno tipo Bilama / Lamellare di adeguata sezione.*
Sostituzione degli elementi che presentano evidenti criticità strutturali, rotture ed eccessive deformazioni, con nuove travi in legno tipo Bilama / Lamellare di adeguata sezione.
Sostituzione di tutti gli elementi esistenti che non risultano verificati nei confronti dei nuovi carichi di progetto ai sensi della normativa vigente NTC2018, con nuove travi in legno tipo Bilama / Lamellare di adeguata sezione; nel caso di due travi rompitratta esistenti che risultano insufficienti, si propone di rinforzarle accoppiando lateralmente nuovi profili in legno.
La sostituzione degli elementi lignei avverrà secondo la seguente preferenza: nuovi travetti in legno massiccio Bilama, nuove travi principali di colmo, displuvio o traversi rompitratta in legno Lamellare.

- *rinforzo statico ed irrigidimento nel piano e fuori piano del solaio di copertura attraverso la posa in opera di un doppio strato pannelli OSB/3 (sp.=20+20mm) incrociati e fissati con viti strutturali da legno alle travi esistenti / nuove sottostanti; tale intervento (tavolato collaborante alle travi) verrà considerato ai soli fini della verifica di deformabilità agli SLE, mentre le verifiche di resistenza (SLU) si intenderanno superate facendo affidamento alla sola trave in legno.*
- *realizzazione di un nuovo cordolo perimetrale in cemento armato a cerchiatura e chiusura della scatola muraria esistente, e quale collegamento dell'impalcato ligneo alle strutture murarie sottostanti;*
- *messa in opera di nuovi fissaggi e connessioni strutturali con viti al fine di garantire tutti i collegamenti fra gli elementi principali e secondari dell'impalcato di copertura.*

In conclusione si osserva che l'intervento proposto prevede la riparazione e rinforzo statico del solaio di sottotetto e del piano di copertura in struttura lignea, attraverso un miglioramento del contributo statico locale delle strutture esistenti, non apportando sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura esistente nel suo insieme, non apportando incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%, anzi si prevede una riduzione dei pesi dell'impalcato di copertura.

Pertanto l'intervento assolve una funzione di limitata importanza nel contesto statico dell'opera ed è configurabile come **"intervento di riparazione o intervento locale"** ai sensi del punto 8.4.1 D.M. 17.01.2018. In ogni caso gli interventi proposti comportano un incremento delle risorse resistenti ad eventuali sollecitazioni orizzontali con particolare riguardo a quelle sismiche.

Pertanto l'edificio esistente non sarà oggetto di interventi al fine di conseguire il miglioramento/adequamento sismico ai sensi del cap.8 delle NTC2018, bensì interventi di rinforzo statico previsti sui solai lignei del piano sottotetto e di copertura che hanno principalmente lo scopo di rendere gli stessi idonei ai carichi gravitazionali e nel contempo migliorano il comportamento sismico dell'immobile, nell'ottica di una futura valutazione di vulnerabilità sismica dell'edificio.

1.4. OSSERVANZA NORMATIVA SISMICA

Secondo la nuova classificazione sismica del territorio nazionale introdotta prima dall'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, modificata dall'O.P.C.M. 3519 del 28/04/2006 (recepita dal D.M. 14.01.2008 – All. A-B) ed infine recepita dalla D.G.R FVG n.845 del 06.05.2010 Allegato 1, l'area di intervento appartiene alla **Zona Sismica 3**, per cui la costruzione è progettata secondo i criteri previsti per le strutture antisismiche di cui al D.M. 17.01.2018, assumendo nel calcolo i valori di accelerazioni puntuali del sito.

La progettazione è stata eseguita nel rispetto delle norme riguardanti il primo comma – lettere c), d) ed e) – dell'art. 4 della L. 02/02/74 n. 64, applicando le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 e la pericolosità sismica di cui al D.M. 14.01.2008 (ai sensi del 3.2. del D.M. 17.01.2018), considerando l'intervento come edificio rilevante (edificio scolastico), quindi appartenente all'**art. 6, comma 2, lettera a) della L.R. 16/2009 e all' art. 3, comma 2, lettera b) del D.P.R. n.0176/Pres. del 27.07.2011 e s.mm.ii.**, da realizzarsi nel Comune di **TRIESTE**, area a bassa sismicità, e soggetto a **verifica tecnica obbligatoria**.

Ai fini della progettazione si considera:

- la **Classe d'Uso** dell'edificio è la **III** ($C_U = 1.5$)
- la **Vita Nominale** è **$V_N \geq 50$ anni**
- **Struttura scatolare in muratura portante**

Il progettista e D.L. delle strutture

2. RELAZIONE SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La presente relazione viene redatta ai sensi e per gli effetti dell'art. 3 della L. 05/11/74 n. 1086.

I materiali esistenti e nuovi impiegati presentano le seguenti caratteristiche meccaniche e tensioni di progetto agli SL:

▪ Calcestruzzo strutturale

C 25/30

classe di resistenza	Rck 30
classe di consistenza	S3 (semifluida) - S4 (fluida)
classe di esposizione	XC1
copriferro (minimo)	25 – 30 mm
cemento tipo	CEM II/A-L 32.5 UNI EN-197
rapporto A/C	≤ 0.55
dosaggio min di cemento	≥ 300 kg/mc
diametro max inerti	16-20 mm
Stati limite ultimi	$f_{ck} = 25$ MPa $f_{cd} = 14.17$ MPa $f_{ctm} = 2.57$ MPa $f_{ctd} = 1.20$ MPa
Stati limite d'esercizio	$0.45 f_{ck} = 11.25$ MPa (Comb.Q.Perm.) $0.60 f_{ck} = 15.00$ MPa (Comb.Rara)

▪ Acciaio per c.a. (barre e reti elettr. tipo HD)

B450C control. in cantiere e stabilimento	
Stati limite ultimi	$f_{yk} = 450$ MPa $f_{sd} = 391.30$ MPa
Stati limite d'esercizio	$0.80 f_{yk} = 360$ MPa (Comb.Rara)

▪ Acciaio per carpenteria metallica S275

S275 JR control. in cantiere e stabilimento	
Stati limite ultimi	$f_{yk} = 275$ MPa $f_{yd} = 261.9$ MPa $\tau_d = 275/\sqrt{3}/1.05 = 151$ MPa

<u>Classe di Esecuzione EN 1090</u>	<u>EXC2</u>
Classe di Importanza	CC2
Categoria di servizio	SC1
Categoria di produzione	PC1

- **Bulloni e Barre filettate zincate classe 8.8 ad alta resistenza**
Conformi al punto 11.3.4.6 del D.M. 17.01.2018 - Norme tecniche per le costruzioni
Tab. 11.3.XIII.a e Tab. 11.3.XIII.b
classe 8.8.- dadi 8
 $f_{yb} = 649 \text{ MPa}$
 $f_{tb} = 800 \text{ MPa}$
- **Saldature**
Conformi al punto 11.3.4.5 del D.M. 17.01.2018 - Norme tecniche per le costruzioni
- **Legno massiccio ESISTENTE**
Classe di Resistenza C22 secondo UNI-EN 338
Coeff. parziale di sicurezza γ_M valutato secondo colonna A Tab. 4.4.III D.M.17.01.2018
Stati limite
 $f_{m,k} = 22.0 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 3.8 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 10000 \text{ MPa}$
 $\gamma_M = 1.50$
- **Legno massiccio Bilama NUOVO**
Classe di Resistenza C24 secondo UNI-EN 338
Coeff. parziale di sicurezza γ_M valutato secondo colonna A Tab. 4.4.III D.M.17.01.2018
Stati limite
 $f_{m,k} = 24.0 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4.0 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$
 $\gamma_M = 1.50$
- **Legno lamellare NUOVO**
Classe di Resistenza GL24h secondo UNI EN 14080:2013
Coeff. parziale di sicurezza γ_M valutato secondo colonna A Tab. 4.4.III D.M.17.01.2018
Stati limite
 $f_{m,g,k} = 24.0 \text{ MPa}$
 $f_{v,g,k} = 3.5 \text{ MPa}$
 $E_{0,g,mean} = 11500 \text{ MPa}$
 $\gamma_M = 1.45$
- **Pannelli OSB/3 sp. 18-25mm**
Stati limite
 $f_{m,k} = 14.8 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 6.8 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 4930 \text{ MPa}$
 $\gamma_M = 1.50$
- **Ancoranti chimici tipo HILTI HIT-HY200**

Durante l'esecuzione delle opere strutturali saranno effettuati i prelievi e le prove sui materiali da costruzione previsti a norma di legge. I certificati di prova saranno allegati alla Relazione a strutture ultimate redatta dal Direttore dei Lavori delle opere strutturali.

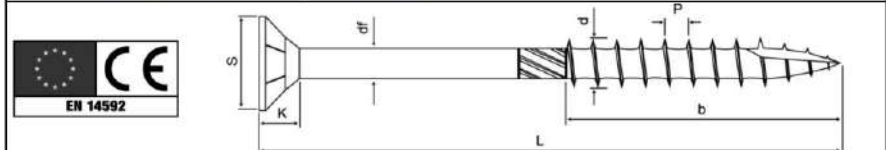
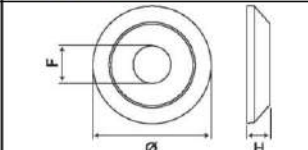
- **Connessione travi – pannelli OSB/3 con viti tipo “FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO” o di caratteristiche meccaniche equivalenti**

SCHEDA TECNICA - TECHNICAL SHEET**FM-WOOD PRO**

Vite TPS portante per legno ad uso professionale
Load bearing fixing for professional use

Rev: 07
Pag. 1/2

DATI TECNICI - TECHNICAL DATA

cod. 07310b - 07310d Vite TPS filetto speciale per legno <i>Countersunk head screw with special thread for wood</i>	cod. 35384b - 35384d Rondella per FM-WOOD PRO <i>FM-WOOD PRO washer</i>
	

FM-WOOD PRO											
vite / screw d x L	b ~ [mm]	df [mm]	Inserto / Bit Torx	S [mm]	K [mm]	Cod. Zincato bianco / White zinc ptd.	Cod. Zincato giallo / Yellow passivated				
6x80	50	Ø 4,3	T-30	Ø11,7	~5	07310b06080	07310d06080				
6x100						07310b06100	07310d06100				
6x120						07310b06120	07310d06120				
6x140						07310b06140	07310d06140				
6x160						07310b06160	07310d06160				
6x180						07310b06180	07310d06180				
6x200						07310b06200	07310d06200				
6x220						07310b06220	07310d06220				
6x240						07310b06240	07310d06240				
6x260						07310b06260	07310d06260				
6x280	75					Ø 5,8	T-40	Ø14,5	~6	07310b06280	07310d06280
6x300										07310b06300	07310d06300
8x80										07310b08080	07310d08080
8x90										07310b08090	07310d08090
8x100										07310b08100	07310d08100
8x120										07310b08120	07310d08120
8x140										07310b08140	07310d08140
8x160										07310b08160	07310d08160
8x180										07310b08180	07310d08180
8x200										07310b08200	07310d08200
8x220	07310b08220	07310d08220									
8x240	07310b08240	07310d08240									
8x260	07310b08260	07310d08260									
8x280	07310b08280	07310d08280									
8x300	07310b08300	07310d08300									
8x320	07310b08320	07310d08320									
8x340	07310b08340	07310d08340									
8x360	07310b08360	07310d08360									
8x380	07310b08380	07310d08380									
8x400	07310b08400	07310d08400									
10x80	52	Ø 7	T-40	Ø18	~8	07310b10080	07310d10080				
10x100						07310b10100	07310d10100				
10x120						07310b10120	07310d10120				
10x140						07310b10140	07310d10140				
10x160						07310b10160	07310d10160				
10x180						07310b10180	07310d10180				
10x200						07310b10200	07310d10200				
10x220						07310b10220	07310d10220				
10x240						07310b10240	07310d10240				
10x260						07310b10260	07310d10260				
10x280	07310b10280					07310d10280					
10x300	07310b10300					07310d10300					
10x320	07310b10320					07310d10320					
10x340	07310b10340					07310d10340					
10x360	07310b10360					07310d10360					
10x380	07310b10380					07310d10380					
10x400	07310b10400					07310d10400					
12x160	80					Ø 8	T-50	Ø21	~9	07310d12160	
12x180										07310d12180	
12x200										07310d12200	
12x220		07310d12220									
12x240		07310d12240									
12x280		07310d12280									
12x320		07310d12320									
12x360		07310d12360									
12x400		07310d12400									

Via Trieste 1, 33048 San Giovanni al Natissone, Udine, Italia
Tel. +39 0432 747911 - www.friulsider.com - info@friulsider.com - Assistenza tecnica per Italia Tel. +39 0432 747944
Friulsider S.p.A. si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso / Friulsider reserves the right to make modifications without prior notice.

FRIULSIDER
YOUR FIXING FACTORY

SCHEDA TECNICA - TECHNICAL SHEET**FM-WOOD PRO**Vite TPS portante per legno ad uso professionale
Load bearing fixing for professional useRev. 07
Pag. 2/2

RG-WOOD				
vite - screw	Ø [mm]	F [mm]	H [mm]	Cod.
Ø6	20	8	~ 4	Zincato bianco / White zinc ptd. 35384b06020
Ø8	25	10	~ 5	Zincato giallo / Yellow passivated 35384d08025
Ø10	30	13	~ 6	35384b11030
Ø12	35	14	~ 6,5	- 35384d12035

CARATTERISTICHE PRODOTTO - PRODUCT FEATURES

Tipo / Type	Materiale / Material	Rivestimento / Coating
Vite / Screw	acciaio cementato (cl.9.8~*) / cemented steel (gr.9.8~*)	zincatura ≥ 8µm ISO4042
Rondella / Washer	acciaio / steel	zinc plated ≥ 8µm ISO4042

*Caratteristiche meccaniche secondo tabella sotto / For mechanical characteristics, see table below.

Caratteristiche meccaniche vite a rottura - Mechanical screw failure characteristics						
Vite Screw	AREA RESISTENTE SECTION [mm²]	TRAZIONE TENSILE [kN]	TAGLIO PURO SHEAR LOAD [kN]	TORSIONE TORQUE [Nm]	MOMENTO FLETTENTE BENDING MOMENT [Nm]	PIEGATURA BENDING CAPACITY
Ø6	12,0	10,0	5,0	10,0	8,5	90° Min.
Ø8	23,0	20,0	10,0	20,0	25,0	
Ø10	31,5	28,0	14,0	35,0	30,0	
Ø12	38,0	35,0	18,0	50,0	50,0	

INSTALLAZIONE - INSTALLATION

Vite Screw	Inserto Bit Torx	Coppia max. serraggio* Max screwing torque* [Nm]	Preforo Pilot hole	Avvitatore Drilling speed giri-min / r.p.m
Ø6	T-30	7,0	Non necessario Not required	~ 600
Ø8	T-40	15,0		
Ø10	T-40	25,0		
Ø12	T-50	35,0		

* NOTE: regolazione in funzione del tipo di installazione / regulate according to type of installation.

ESTRAZIONE ASSIALE AMMISSIBILE - RECOMMENDED AXIAL PULL-OUT⁽¹⁾

Legno di abete da costruzione ⁽²⁾ - On construction fir wood ⁽²⁾									
Diametro vite Screw diameter	Ø6		Ø8		Ø10		Ø12		
Profondità inserimento Embedment depth [mm]	60	100 ⁽³⁾	60	100 ⁽³⁾	60	100 ⁽³⁾	80	120 ⁽³⁾	
Estrazione assiale ammissibile Recommended axial pull-out [kN]	1,1	2,0	1,5	2,5	2,0	3,1	3,0	4,5	

1 kN = 100 kgf

⁽¹⁾ I carichi ammissibili derivano dai carichi caratteristici di rottura $F_{ax,0,Rk}$ calcolati secondo Eurocodice 5 EN1995-1-1 e sono comprensivi del coefficiente di sicurezza totale $\gamma = 3$. / The recommended loads derive from the characteristic failure loads $F_{ax,0,Rk}$ and are calculated according to the EC 5 EN1995-1-1 and are inclusive of the total safety factor $\gamma = 3$.⁽²⁾ Massa volumica $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, umidità ~12% (direzione fibre perpendicolare). / Average density $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, humidity ~12% (orthogonal fiber direction).⁽³⁾ Dati ottenibili con lunghezze filetto 75 mm per vite Ø6, 80 mm per viti Ø8 e Ø10 e 120 mm per Ø12.

Data obtained using thread length 75 mm for Ø6, 80 mm for Ø8 and Ø10 and 120 mm for Ø12.

SFILAMENTO TESTA AMMISSIBILE - HEAD RECOMMENDED PULL-THROUGH⁽¹⁾

Legno di abete da costruzione ⁽²⁾ - On construction fir wood ⁽²⁾									
Diametro vite Screw diameter	Ø6		Ø8		Ø10		Ø12		
Sfilamento testa ammissibile Head recommended pull-through [kN]	testa vite head screw	con rondella with washer	testa vite head screw	con rondella with washer	testa vite head screw	con rondella with washer	testa vite head screw	con rondella with washer	
	0,7	2,0	0,8	2,4	1,0	2,8	1,8	4,9	

1 kN = 100 kgf

⁽¹⁾ I carichi ammissibili derivano dai carichi caratteristici di rottura $F_{head,Rk}$ calcolati secondo Eurocodice 5 EN1995-1-1 e sono comprensivi del coefficiente di sicurezza totale $\gamma = 3$. / The recommended loads derive from the characteristic failure loads $F_{head,Rk}$ and are calculated according to the EC 5 EN1995-1-1 and are inclusive of the total safety factor $\gamma = 3$.⁽²⁾ Massa volumica $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, umidità ~12% (direzione fibre perpendicolare). / Average density $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, humidity ~12% (orthogonal fiber direction).

I valori di carico riportati hanno valore solo se l'installazione è stata eseguita correttamente. Il progettista è responsabile del dimensionamento e del numero di fissaggi. / The load values are only valid if the installation has been carried out correctly. The design engineer is responsible for the designing and calculation of the fixing.

Via Trieste 1, 33048 San Giovanni al Natissone, Udine, Italia

Tel. +39 0432 747911 - www.friulsider.com - info@friulsider.com

Friulsider S.p.A. si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso / Friulsider reserves the right to make modifications without prior notice.

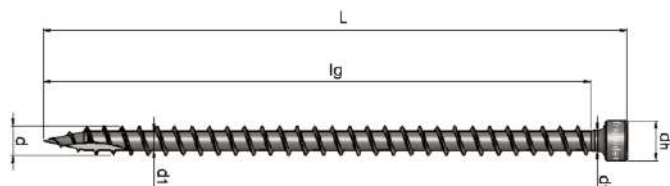
FRIULSIDER
YOUR FIXING FACTORY

- Collegamenti fra elementi in legno con viti tipo "FRIULSIDER VCN TPS / VCN TC" o di caratteristiche meccaniche equivalenti

SCHEMA TECNICA - TECHNICAL SHEET**VCN**

Vite connettore TC portante per legno ad uso professionale - interamente filettata
 Cylindrical head load bearing connection fixing for professional use - fully threaded

Rev: 01
 Pag. 1/9

DATI TECNICI - TECHNICAL DATA

d = diametro nominale esterno filetto
 outer thread diameter
 d₁ = diametro nocciolo zona filettata
 thread root diameter
 d_w = diametro gambo liscio
 smooth shank diameter
 d_h = diametro testa
 head diameter
 L = lunghezza totale vite
 total screw length
 l_g = lunghezza totale filetto
 total thread length

vite / screw d x L	l _g [mm]	d ₁ [mm]	d _w [mm]	d _h [mm]	Inserto / Bit Torx	Cod.
8x160	150	5,30	5,70	11,00	T-40	07313b08160
8x200	190					07313b08200
8x240	230					07313b08240
8x280	270					07313b08280
8x300	290					07313b08300
8x350	340					07313b08350
8x400	390					07313b08400
10x120	108	6,35	7,00	13,00	T-50	07313b10120
10x160	148					07313b10160
10x200	188					07313b10200
10x240	228					07313b10240
10x320	308					07313b10320
10x400	388					07313b10400
10x500	488					07313b10500
10x600	588					07313b10600

CARATTERISTICHE PRODOTTO - PRODUCT FEATURES

Tipo / Type	Materiale / Material	Rivestimento / Coating
Vite Screw	acciaio cementato* cemented steel*	zincatura bianca ≥ 8µm ISO4042 white zinc plated ≥ 8µm ISO4042

*Caratteristiche meccaniche secondo tabella sotto / For mechanical characteristics, see table below.

Caratteristiche meccaniche - Mechanical characteristics

Vite / Screw	d	8	10
Momento flettente caratteristico Characteristic yield moment	M _{y,k} [Nmm]	34.066	47.205
Resistenza caratteristica a Trazione della vite Characteristic tensile capacity	f _{tens,k} [kN]	26,6	35,6
Resistenza caratteristica a Torsione della vite Characteristic torsional strength	f _{tor,k} [Nm]	27,4	47,3
Carico di snervamento unitario Characteristic yield strength	f _{y,k} [N/mm²]	940	

Prestazioni - Performances

Vite / Screw	d	8	10
Resistenza caratteristica unitaria ad estrazione perpendicolare alle fibre (α = 90°) Characteristic withdrawal parameter perpendicular to the fibers (α = 90°)	f _{ax,k} [N/mm²]	14,4	13,7
Densità caratteristica legno associata ad f _{ax,k} Associated wood density for f _{ax,k}	ρ _a [kg/m³]	410	

Via Trieste 1, 33048 San Giovanni al Natisone, Udine, Italia
 Tel. +39 0432 747911 - www.friulside.com - info@friulside.com - Assistenza tecnica per Italia Tel. +39 0432 747944
 Friulside S.p.A. si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso / Friulside reserves the right to make modifications without prior notice.

FRIULSIDER
 YOUR FIXING FACTORY

Il progettista e D.L. delle strutture

3. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI ESISTENTI

La presente relazione viene redatta ai sensi e per gli effetti della L. 02/02/74 n. 64. della L.R. 09/05/88 e relativo Regolamento di esecuzione approvato con D.P.G.R. n. 164/Pres. del 05/04/89.

Per quanto riguarda l'aspetto geo-litologico dell'area di costruzione e la parametrizzazione geotecnica del terreno ci si avvale di esperienze acquisite nella realizzazione di molteplici opere limitrofe.

L'area è caratterizzata dalla presenza fin in superficie della formazione rocciosa costituita da calcari del Carso triestino, ricoperta da terreno di riporto di tipo residuale e di alterazione, costituito da terre rosse e detrito calcareo, di spessore ridotto, localmente affiorante.

In relazione all'intervento in oggetto (manutenzione solaio di sottotetto e di copertura) non sono previste nuove fondazioni.

Si evince pertanto che le opere strutturali in progetto sono staticamente fattibili e compatibili con le caratteristiche morfologiche, idrogeologiche, geologiche e geotecniche del sito.

In particolare si considera:

- strato di copertura di terreno residuale o di alterazione di potenza centimetrica;
- strato portante con roccia calcarea carsica (Carso triestino), localmente affiorante;
- falda freatica assente;
- in relazione alla morfologia del terreno si escludono incrementi locali delle azioni sismiche e pericolo di liquefazione;
- ai fini dell'analisi sismica secondo il D.M.17.01.2018, si assume un suolo di fondazione di **Tipo A** (ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione massimo pari a 3.0 m), condizioni topografiche **Tipo T1**;
- parametri geotecnici per il calcolo della tensione di rottura del terreno:

angolo di attrito interno	$\phi = 35^\circ$
coesione (cautelativa)	$c = 30 \text{ MPa}$
peso di volume	$\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$
categoria suolo fondazione per analisi sismica (secondo il D.M. 17.01.2018)	Tipo A

tensione di rottura del terreno (secondo Terzaghi)	$q_{tu} = 28.50 \text{ daN/cm}^2 = 2.85 \text{ MPa}$
tensione di rottura di progetto (approccio 2)	$q_{td} = 2.85/2.30 \text{ MPa} = 1.24 \text{ MPa}$
tensione di esercizio	$q_{tes} > 5 \text{ daN/cm}^2 = 0.50 \text{ MPa}$

Il piano di posa degli elementi fondazionali dell'edificio esistente è rappresentato dal raggiungimento della superficie dello strato portante (bedrock flyschoidale), di norma raggiunto direttamente previo il solo asporto del terreno di copertura.

In relazione alle strutture in esame (manutenzione solaio di sottotetto e di copertura) non sono previste fondazioni di nuova realizzazione.

Si evince pertanto che le opere strutturali in progetto sono staticamente fattibili e compatibili con le caratteristiche morfologiche, idrogeologiche, geologiche e geotecniche del sito.

Il progettista e D.L. delle strutture

4. RELAZIONE DI CALCOLO

Nel seguito si riportano i risultati dell'analisi statica delle strutture (calcolo delle sollecitazioni e deformazioni) ed i calcoli di verifica statica degli elementi strutturali principali.

I dettagli costruttivi delle strutture in esame sono riportati negli allegati elaborati grafici.

4.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L. 05/11/1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- L. 02/02/74 n. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- D.M. 14/01/2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 02/02/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/2008;

4.2. ANALISI DEI CARICHI

▪ Piano sottotetto – Solaio in legno – Stato di Fatto

p.p. travetti in legno	$G_{1,k} = 0.13 \text{ kN/m}^2$
permanente portato (intonaco inf. + aelle)	$G_{2,k} = 0.40 \text{ kN/m}^2$
permanente portato (tavolato sup. ove presente)	$G_{3,k} = 0.12 \text{ kN/m}^2$
tot. carico permanente	$\Sigma G_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$
tot. carico variabile (manutenzione)	$Q_k = 1.00 \text{ kN/m}^2$
	totale $q_k = 1.65 \text{ kN/m}^2$

▪ Piano sottotetto – Solaio composto legno/legno – Stato di Progetto

p.p. travetti in legno	$G_{1,k} = 0.13 \text{ kN/m}^2$
permanente portato (intonaco inf. + aelle)	$G_{2,k} = 0.40 \text{ kN/m}^2$
permanente portato (tavolato + pannelli OSB)	$G_{3,k} = 0.27 \text{ kN/m}^2$
tot. carico permanente	$\Sigma G_k = 0.80 \text{ kN/m}^2$
tot. carico variabile (manutenzione)	$Q_k = 1.00 \text{ kN/m}^2$
	totale $q_k = 1.80 \text{ kN/m}^2$

■ Piano Copertura – Solaio in legno – Stato di Fatto

p.p. travetti in legno

permanente portato (listelli + tavelle piene in malta)

permanente portato (coppi esist. in malta)

tot. carico permanente

tot. carico variabile (neve loc. Basovizza)

$$G_{1,k} = 0.15 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{2,k} = 0.82 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{3,k} = 0.80 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma G_k = 1.77 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 1.10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{totale } q_k = 2.87 \text{ kN/m}^2$$

■ Piano Copertura – Solaio in legno rinforzato – Stato di Progetto

p.p. travetti in legno

permanente portato (doppio pannello OSB/3)

permanente portato (impermeab. + coppi nuovi)

tot. carico permanente

tot. carico variabile (neve loc. Basovizza)

$$G_{1,k} = 0.15 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{2,k} = 0.20 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{3,k} = 0.75 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma G_k = 1.10 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 1.10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{totale } q_k = 2.20 \text{ kN/m}^2$$

■ Carico variabile - Neve

$$0 < \alpha < 30^\circ$$

$$q_{sk} = 1.37 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = 0.8$$

carico neve

$$a_s \cong 375 \text{ m} > 200 \text{ m}$$

(zona II - D.M. 17.01.2018)

$$C_E = 1.0$$

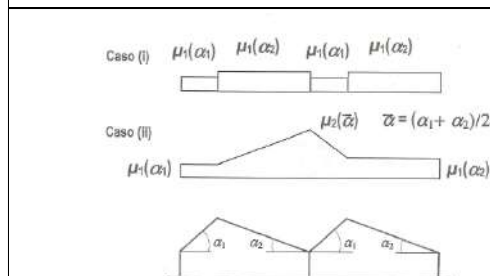
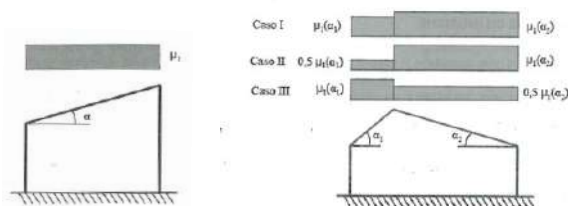
$$C_t = 1.0$$

$$q_{sk} = 0.8 \times 1.37 \times 1.0 \times 1.0$$

$$q_{sk} = 1.10 \text{ kN/m}^2$$

CALCOLO CARICO DA NEVE SECONDO PUNTO 3.4 NTC18

Zona climatica	II
altezza sul livello del mare	a_s 375 m s.l.m.
carico caratteristico da neve	q_{sk} 1.37 kN/m ²
Calcolo coefficiente di forma	
pendenza copertura	α 21°
	μ_1 0.80
	μ_2 1.36
Topografia	NORMALE
Coefficiente di esposizione	C_E 1.00
Coefficiente termico	C_t 1.00



$$\text{Carico da neve di progetto} \quad q_s = \mu_1 \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad 1.09 \text{ kN/m}^2$$

Carico variabile - Vento

Friuli Venezia Giulia – prov. Trieste

Zona 8 – classe C – categoria III

 $V_{b,0} = 30 \text{ m/s}^2 = 108 \text{ km/h}$ (zona 8 - D.M. 17.01.2018)

 $q_b = 0.563 \text{ kN/m}^2$
 $C_{e,max} = 2.20$ $C_d = 1$
 $C_{pe} = +0.8$ sopravvento

 $C_{pe} = -0.4$ sottovento

 $C_{pi} = 0$

Calcolo delle pressioni statiche equivalenti all'azione del vento

secondo l'aggiornamento delle NTC - DM 17 gennaio 2018

Regione Friuli Venezia Giulia

Provincia Trieste

Zona = 8

Classe = C

Categoria = III

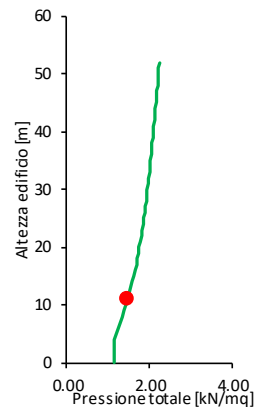
Altitudine s.l.m.: $a_s = 375 \text{ m}$

Altezza edificio: $z = 11.00 \text{ m}$
 $V_{b,0} = 30 \text{ m/s}$
 $a_0 = 1500 \text{ m}$
 $k_s = 0.50$
 $V_b = 30 \text{ m/s}$ $V_b = V_{b,0} \cdot C_a$
 $C_a = 1.00$ $C_a = 1$ per $a_s \leq a_0$
 $T_R = 50$ anni $C_a = 1 + k_s \cdot (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$
 $C_r = 1.00$
 $V_r = 30 \text{ m/s} = 108.08 \text{ km/h}$
 $C_d = 1.00$ $q_r = 0.50 \rho V_r^2 = 0.563 \text{ kN/m}^2$
 $C_t = 1.00$ $p(z) = q_r \cdot C_e(z) \cdot C_d \cdot C_p$
 $k_r = 0.20$ $C_e(z) = k_r^2 C_t \ln(z/z_0) (7 + C_t \ln(z/z_0))$ per $z \geq z_{min}$
 $z_0 = 0.10 \text{ m}$ $C_e(z) = C_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$
 $z_{min} = 5.00 \text{ m}$ $C_e(z) = 1.71$
 $C_{p,1} = 0.8$ (in pressione)

 $C_{p,2} = 0.4$ (in sovrappressione)

Azione tangenziale del vento

tipo di superficie MOLTO SCABRA

 $C_f = 0.04$
 $p_f = 0.050 \text{ kN/m}^2$


z	C_e	$q_r \cdot C_e(z)$	$v(z)$	$v(z)$	$p(z)_1$	$p(z)_2$	press. tot.
[m]		[kN/m ²]	[m/s]	[km/h]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
11	2.20	1.24	44.5	160.30	0.99	0.50	1.49

z	C_e	$q_b \cdot C_e(z)$	$v(z)$	$v(z)$	$C_{pe,1} p(z)$	$C_{pe,2} p(z)$	press. tot.
[m]		[kN/m ²]	[m/s]	[km/h]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
0	1.708	0.96	39.2	141.23	0.77	0.38	1.15
2	1.708	0.96	39.2	141.23	0.77	0.38	1.15
4	1.708	0.96	39.2	141.23	0.77	0.38	1.15
8	1.995	1.12	42.4	152.66	0.90	0.45	1.35
9	2.070	1.17	43.2	155.49	0.93	0.47	1.40
10	2.138	1.20	43.9	158.02	0.96	0.48	1.45
11	2.200	1.24	44.5	160.30	0.99	0.50	1.49

▪ **Azioni Sismiche** (D.M. 17.01.2018 - ALLEGATI A e B D.M. 14-01-2008)

Generalità

Località	Via I. Gruden 19 Loc. Basovizza, Trieste
Coordinate	Lat. 45.6416 Lon. 13.8615
Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Categoria del suolo	A
Fattore topografico	T1

Pericolosità sismica di sito

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.033	2.544	0.210
50	0.045	2.535	0.232
72	0.055	2.536	0.247
101	0.066	2.532	0.259
140	0.078	2.509	0.266
201	0.094	2.426	0.279
475	0.132	2.433	0.307
975	0.169	2.513	0.318
2475	0.231	2.535	0.334

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.043	2.537	0.227
SLD	75	0.057	2.536	0.249
SLV	712	0.152	2.478	0.313
SLC	1462	0.194	2.522	0.325

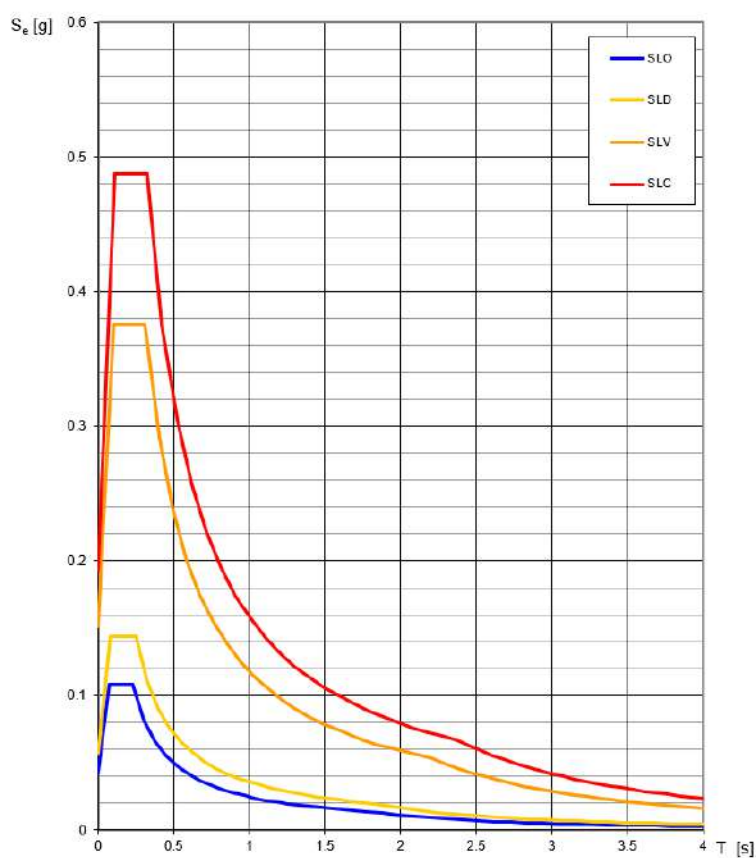
NORMATIVA – STATO LIMITE ULTIMO – SLV

Spettro di risposta	Stato limite ultimo SLV
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	712 anni
a_g/g	0.152
F_0	2.478
T_c	0.313
Categoria del suolo	A
Fattore topografico	1

NORMATIVA - STATO LIMITE DI DANNO SLD

Spettro di risposta	Stato limite di danno SLD
Probabilità di superamento periodo di riferimento	63
Tempo di ritorno del sisma	75 anni
a_g/g	0.057
F_0	2.536
T_c	0.249
Categoria del suolo	A
Fattore topografico	1

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



4.3. CALCOLO SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Schema strutturale:

- Il corpo strutturale esistente è realizzato in muratura portante lapidea a comportamento scatolare, solai di piano e di copertura esistenti in legno.
- Il presente intervento, di tipo locale, prevede la manutenzione straordinaria con il rinforzo dei solai di piano sottotetto e di copertura al fine di garantire la ripresa dei carichi di progetto e migliorare il comportamento scatolare dell'edificio attraverso l'irrigidimento dei solai interessati.

Ipotesi e criteri di calcolo:

- Analisi elastico-lineare e calcolo secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite.
- Le strutture in oggetto di intervento sono verificate all'azione dei carichi da normativa, combinati in diverse combinazioni di carico agli SLU ed agli SLE:
 - *Verifica allo Stato Limite Ultimo (SLU)*
 - a) SLU comb. non sismica $F_d = \Sigma \gamma_{Gi} G_{ik} + \gamma_Q Q_{1k} + \Sigma (\gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ik})$
 - b) SLV (S.L. di Salvaguardia della Vita - comb. Sismica) $F_d = E_{SLV} + \Sigma G_{ik} + \Sigma (\Psi_{2i} Q_{ik})$
 - *Verifica allo Stato Limite di Esercizio (SLE)*
 - a) SLE comb. Rara (non sismica) $F_d = \Sigma G_{ik} + Q_{1k} + \Sigma (\Psi_{0i} Q_{ik})$
 - b) SLE comb. Frequente (non sismica) $F_d = \Sigma G_{ik} + \Psi_{11} Q_{1k} + \Sigma (\Psi_{2i} Q_{ik})$
 - c) SLE comb. Quasi Perm. (non sismica) $F_d = \Sigma G_{ik} + \Sigma (\Psi_{2i} Q_{ik})$
 - d) SLD (S.L. di Danno - comb. sismica) $F_d = E_{SLD} + \Sigma G_{ik} + \Sigma (\Psi_{2i} Q_{ik})$
 - d) SLO (S.L. di Operatività - comb. sismica) $F_d = E_{SLO} + \Sigma G_{ik} + \Sigma (\Psi_{2i} Q_{ik})$

4.3.1. VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche statiche degli elementi strutturali principali in relazione ai valori delle sollecitazioni massime, calcolate in modo diretto.

Solo al fine di determinare le sollecitazioni negli elementi primari (colmi, displuvi e traversi), visto che presentano schemi statici non semplici, è stata eseguita un'analisi strutturale attraverso il programma di calcolo strutturale ad elementi finiti "MASTERSAP".

I risultati delle analisi, eseguite su schema statico spaziale relativo alla sola copertura, sono riportati di seguito con le verifiche.

4.3.1.1. SOLAIO SOTTOTETTO – STATO DI FATTO

Di seguito si riportano le verifiche delle travi di solaio maggiormente sollecitate. Le sollecitazioni sono calcolate in modo diretto.

Travetti 15x18 L=5.85 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI SOTTOTETTO		15 x 18	
luce trave	L [m]	5.85	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	18.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	MEDIA	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.80	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		C	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	7290	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	810	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	l_{max}	l_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.9	0.15	0.15
$g_{k,1}$	0.40	0.80	0.80
$g_{k,2}$	0.12	0.80	0.80
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.00	0.80	0.80
Carichi concentrati	valore	a	$Y_{G,0}$
permanenti	[kN]	[m]	[m]
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
1.35			
0.00			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
2.00			
0.00			
Sollecitazioni-SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]			
8.55			
0.85			
5.05			
8.35			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	8.55	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	10.56	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	11.73	90% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.85	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.32	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.03	16% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{g,gk}$	1.61	1.61
	$R_{g,qk}$	2.34	2.34
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
u1 ist			
u2 ist			
u1 fin			
u2 fin			
u net fin			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	16.7	86% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	20.8	89% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	20.7	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	41.5	142% NO
$L/u_{2,inst}$		350	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		282	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		141	≥ 200

Travetti 13x18 L=5.85 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI SOTTOTETTO		13 x 18	
luce trave	L [m]	5.85	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	18.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	MEDIA	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.80	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	6318
momento inerzia sez.		W [cm ³]	702
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.9	0.13	0.13
$g_{k,1}$	0.40	0.80	0.80
$g_{k,2}$	0.12	0.80	0.80
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.00	0.80	0.80
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	[-]
$Q_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$Q_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
variabili			
$Q_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$Q_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
1.33	0.00		
1.33	5.85		
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
1.98	0.00		
1.98	5.85		
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]	Ascissa [m]		
0.84	2.50		
8.45	2.50		
5.78	5.85		
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	8.45	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	12.04	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	11.73	103% NO
taglio massimo	V_d [kN]	5.78	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.37	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.03	18% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
	$R_{p,gk}$	1.56	1.56
	$R_{q,qk}$	2.34	2.34
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]	Ascissa [m]		
19.3	2.50		
23.9	2.50		
23.2	5.85		
freccia istantanea (car. var.)		$u_{2,inst}$ [mm]	19.3 99% OK
freccia finale (car. var.)		$u_{2,fin}$ [mm]	23.9 102% NO
freccia finale (car. perm.)		$u_{1,fin}$ [mm]	23.2
freccia totale finale		$u_{net,fin}$ [mm]	47.1 161% NO
$L/u_{2,inst}$		303	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		244	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		124	≥ 200

Travetti 15x17 L=5.85 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI SOTTOTETTO		15 x 17	
luce trave	L [m]	5.85	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	MEDIA	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.80	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6141	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	723	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.85	0.15	0.15
$g_{k,1}$	0.40	0.85	0.85
$g_{k,2}$	0.12	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.00	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	9.00	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	12.46	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	11.73	106% NO
taglio massimo	V_d [kN]	6.15	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.36	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.03	18% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	1.67	1.67
	$R_{q,Qk}$	2.49	2.49
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
Ascissa [m]			
spostamento - u [mm]			
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	21.1	108% NO	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	26.2	112% NO	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	25.5		
traccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	51.6	177% NO	
$L/u_{2,inst}$	277	≥	300
$L/u_{2,fin}$	224	≥	250
$L/u_{net,fin}$	113	≥	200

Travetti 13x17 L=5.00m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI SOTTOTETTO		13 x 17	
luce trave	L [m]	5.00	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	MEDIA	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.80	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5322	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	626	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.85	0.13	0.13
$G_{k,1}$	0.40	0.80	0.80
$G_{k,2}$	0.12	0.80	0.80
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.00	0.80	0.80
Carichi concentrati	valore	a	$Y_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	[-]
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni-SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	6.15	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	9.82	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	11.73	84% OK
taglio massimo	V_d [kN]	4.92	
tensione da taglio	$\tau_{v,d}$ [MPa]	0.33	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.03	16% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
	$R_{g,Gk}$	1.32	1.32
	$R_{g,Qk}$	2.00	2.00
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	12.2	73% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	15.2	76% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	14.5	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	29.7	119% NO
$L/u_{2,inst}$		409	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		330	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		169	≥ 200

Travetti 13x15 L=2.75m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI SOTTOTETTO		13 x 15	
luce trave	L [m]	2.75	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	15.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	MEDIA	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.80	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	3656
momento inerzia sez.		W [cm ³]	488
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.75	0.13	0.13
$g_{k,1}$	0.40	0.80	0.80
$g_{k,2}$	0.12	0.80	0.80
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.00	0.80	0.80
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	1.84	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	3.78	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	11.73	32% OK
taglio massimo	V_d [kN]	2.68	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.21	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.03	10% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{g,Qk}$	0.71	0.71
	$R_{g,Qk}$	1.10	1.10
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	1.31		1.31
	0.00		0.00
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	1.95		1.95
	0.00		0.00
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,ist}$ [mm]	1.6	18% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	2.0	18% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	1.9	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	3.9	28% OK
$L/u_{2,ist}$		1688	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		1361	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		705	≥ 200

Travetti 14x17 L=2.75m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI SOTTOTETTO		14 x 17	
luce trave	L [m]	2.75	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	MEDIA	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.80	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5732	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	674	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.85	0.14	0.14
$g_{k,1}$	0.40	0.85	0.85
$g_{k,2}$	0.12	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.00	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
1.41			
0.00			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
2.09			
0.00			
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]			
0.00			
2.35			
1.98			
0.65			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	1.98	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	2.93	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	11.73	25% OK
taglio massimo	V_d [kN]	2.88	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.18	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.03	9% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
R_k	SX	DX	
	[kN]	[kN]	
$R_{g,Qk}$	0.77	0.77	
$R_{g,Qk}$	1.17	1.17	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
u1 ist			
u2 ist			
u1 fin			
u2 fin			
u net fin			
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	1.1	12% OK	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	1.4	12% OK	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	1.3		
freccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	2.7	20% OK	
$L/u_{2,inst}$	2490	≥	300
$L/u_{2,fin}$	2008	≥	250
$L/u_{net,fin}$	1026	≥	200

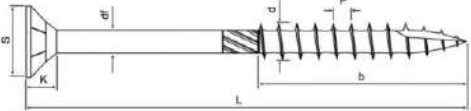
Le verifiche di resistenza e deformabilità agli SLU / SLE NON risultano soddisfatte per gli elementi disposti sulla campata di luce lunga.

4.3.1.2. SOLAIO SOTTOTETTO – PROGETTO DI RINFORZO

Si prevede il rinforzo statico ed irrigidimento nel piano e fuori piano del solaio di sottotetto attraverso la posa in opera di un nuovo piano di calpestio in pannelli OSB composto da doppio strato OSB/3 (sp.=25+20mm), ovvero uno strato OSB/3 (sp.=20mm) sopra il tavolato esistente ove già presente, incrociati e fissati con viti strutturali da legno alle travi esistenti sottostanti.

Di seguito si riportano le verifiche delle **travi di solaio composto legno-legno** maggiormente sollecitate. Le sollecitazioni sono calcolate in modo diretto.

Travetti 15x18 L=5.85 m

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA				
SOLAIO SOTTOTETTO		SEZ COMP LEGNO/OSB				
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI						
tipologia di legno	MASSICCIO		VITI	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO		
	C	22				
classe del legno						
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa				
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	γ _{m,unione} =	1.50		
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	γ _{m,OSB} =	1.50		
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	γ _{m,L} =	1.50		
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	classe di durata del carico	MEDIA		
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	k _{mod,trave}	0.8	k _{def,trave}	0.8
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	k _{mod,OSB}	0.55	k _{def,OSB}	2.25
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa				
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa				
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa				
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m³				
CLASSE DI SERVIZIO	2					
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO						
Luce solaio	L	5.85 m	TIPO PANNELLO:		OSB/	3
Base trave di legno	B	150 mm	A _{OSB}	16000.00 mm²	18-25	
Altezza trave di legno	H	180 mm	J _{OSB}	5.33E+05 mm⁴		
Interasse travi	i _{tr}	0.80 m	E _{OSB} · A _{OSB}	7.89E+07 N		
Spessore PANNELLO OSB	s	20 mm	E _{OSB} · J _{OSB}	2.63E+09 Nmm²		
Spess tavolato non strutt	t	25 mm	E _{legno} · A _{tr}	2.70E+08 N		
diametro nominale vite	d	8 mm	E _{legno} · J _{tr}	7.29E+11 Nmm²		
diametro gambo	d _f	5.8 mm	i _{eq} =			
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm				
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm				
interasse connettori appoggi	i _{app}	100 mm				
lunghezza viti	L	140 mm	n°strati pannello OSB:			
Lungh infiss viti nel legno	l _w	95 mm				
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	45 mm	1			
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO				CARATT MECC OSB		
Durata azione						
flessione	f _{m,d}	11.73 MPa	f _{m,d}	5.43 MPa		
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	6.93 MPa	f _{t,0,d}	3.30 MPa		
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.21 MPa	f _{c,0,d}	5.43 MPa		
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	10.67 MPa	f _{v,d}	2.49 MPa		
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.28 MPa	E _{0,M,OSB}	4930 MPa		
taglio	f _{v,d}	2.03 MPa	ρ _{m,OSB}	5.50 kN/m³		
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB}	41.68 MPa		
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE			
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett	8.00 kN		
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot	d		
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno	1.77 kN		
Momento snervamento connett	M _{v,k}	25000 Nmm	rott conness	1.77 kN		

ANALISI DEI CARICHI			
Perm portati (al netto pp pannello)	$g_{2,k}$	0.40	kN/m ²
Sovraccarico accidentale	$q_{k,1}$	1.00	kN/m ²
Peso proprio elementi strutturali			
COMBINAZIONE RARA:			
		$g_{2,k} \cdot i_{tr}$	0.32 kN/m
		$q_k \cdot i_{tr}$	0.80 kN/m
		$g_{1,k} \cdot i_{tr}$	0.24 kN/m
COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:			
		$g_{2,k} \cdot i_{tr}$	0.32 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ_2	0.30	0.24 kN/m
		$g_{1,k} \cdot i_{tr}$	0.24 kN/m

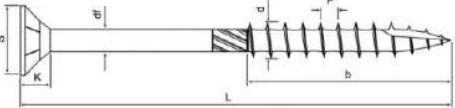
CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50				mm
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$		0.80 kN/m	$\delta_{lim PERM}$	L /	350	16.71
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$		2.00 kN/m	$\delta_{lim ACC}$	L /	350	16.71
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim TOT}$	L /	250	23.40
Combinazione 1 (permanenti)	M_{Edu1}		3.42 kNm	t = ∞			
	$V_{Ed,1}$		2.34 kN				mm
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$		8.55 kNm	$\delta_{lim TOT}$	L /	250	23.40
	$V_{Ed,2}$		5.85 kN				

VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.301					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1					
distanza tra i baric geometrici	a	125 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	1.0E+01 mm					
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.1E+02 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	1.1E+12 N/mm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	1.36	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.39	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.75	MPa	≤	5.43	MPa	OK	32%
$\sigma_{t,OSB,d}$	0.97	MPa	≤	5.43	MPa	OK	17.8%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.81	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	7.18	MPa					
Verifica lato legno	0.73		≤	1		OK	72.8%
Verifica sollecitazioni taglienti							
tensione tangenziale legno	0.32	MPa	≤	2.03	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.49	kN	≤	1.77	kN	OK	84.1%

VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa		$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	2.43E+07 N		
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa		$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	8.09E+08 Nmm ²		
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa		$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.50E+08 N		
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.437581155		$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	4.05E+11 Nmm ²		
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1					
distanza baricentro legno	a_{legno}	8.3E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.2E+02 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	5.6E+11 Nmm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	1.18	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.23	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.41	MPa	≤	5.43	MPa	OK	26.0%
$\sigma_{t,OSB,d}$	0.95	MPa	≤	5.43	MPa	OK	17.5%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.70	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	7.63	MPa					
Verifica lato legno	0.75		≤	1		OK	75.1%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.29	kN	≤	1.77	kN	OK	73.1%

VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.39					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	125.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	12.86 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	112.14 mm					
Modulo efficace a $t = 0$	$E_{j,eff}$	1.2E+12 Nmm ²					
freccia carichi PERM $t=0$	$u_{1, t=0}$	7.28 mm	\leq	16.71 mm			OK
freccia carichi ACC $t=0$	$u_{2, t=0}$	10.47 mm	\leq	16.71 mm			OK
freccia totale $t = 0$	$u_1 + u_2$	17.75 mm	\leq	23.40 mm			OK
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione $t = \infty$	$K_{ser t=\infty}$	1224.09 N/mm					
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.54					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	125.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	10.02 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	114.98 mm					
Modulo efficace a $t = \infty$	$E_{j,eff, t = \infty}$	5.9E+11 Nmm ²					
freccia carichi PERM $t=\infty$	$u_{1 t=\infty}$	14.29 mm					
freccia carichi ACC $t=\infty$	$u_{2 t=\infty}$	6.16 mm					
freccia totale $t = \infty$	$u_1 + u_2$	20.46 mm	\leq	23.40 mm			OK

Travetti 13x18 L=5.85 m

Progetto:			SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA			
SOLAIO SOTTOTETTO				SEZ COMP LEGNO/OSB		
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI						
tipologia di legno	MASSICCIO		VITI	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO		
	C	22		ø	8 x 140	
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	γ _{M,unione} = γ _{M,OSB} = γ _{M,L} =	1.50		
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa		1.50		
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa		1.50		
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa		1.50		
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	classe di durata del carico	MEDIA		
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa		0.8	k _{def,trave}	0.8
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	k _{mod,OSB}	0.55	k _{def,OSB}	2.25
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa				
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa				
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa				
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m³				
CLASSE DI SERVIZIO		2				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO						
Luce solaio	L	5.85 m	TIPO PANNELLO:		OSB/	3
Base trave di legno	B	130 mm	A _{OSB}		16000.00 mm²	18-25
Altezza trave di legno	H	180 mm	J _{OSB}		5.33E+05 mm⁴	
Interasse travi	i _{tr}	0.80 m	E _{OSB} · A _{OSB}		7.89E+07 N	
Spessore PANNELLO OSB	s	20 mm	E _{OSB} · J _{OSB}		2.63E+09 Nmm²	
Spess tavolato non strutt	t	25 mm	E _{legno} · A _{tr}		2.34E+08 N	
diametro nominale vite	d	8 mm	E _{legno} · J _{tr}		6.32E+11 Nmm²	
diametro gambo	d _f	5.8 mm	i _{eq} =			
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm				
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm				
interasse connettori appoggi	i _{app}	100 mm				
lunghezza viti	L	140 mm	n°strati pannello OSB:			
Lungh infiss viti nel legno	l _w	95 mm				
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	45 mm				
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			CARATT MECC OSB			
Durata azione						
flessione	f _{m,d}	11.73 MPa	f _{m,d}	5.43 MPa		
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	6.93 MPa	f _{t,0,d}	3.30 MPa		
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.21 MPa	f _{c,0,d}	5.43 MPa		
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	10.67 MPa	f _{v,d}	2.49 MPa		
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.28 MPa	E _{0,M,OSB}	4930 MPa		
taglio	f _{v,d}	2.03 MPa	ρ _{m,OSB}	5.50 kN/m³		
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB}	41.68 MPa		
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE			
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett	8.00 kN		
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot	d		
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno	1.77 kN		
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness	1.77 kN		
ANALISI DEI CARICHI						
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.40 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:			
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.00 kN/m²	g _{2,k} · i _{tr}	0.32 kN/m		
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr}	0.80 kN/m		
			g _{1,k} · i _{tr}	0.22 kN/m		
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:			
			g _{2,k} · i _{tr}	0.32 kN/m		
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.30	q _k · i _{tr} · ψ ₂	0.24 kN/m		
			g _{1,k} · i _{tr}	0.22 kN/m		
CARICHI SLU			LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ _{g1}	γ _{g2}	γ _{q1}	t = 0		
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50			
Combinazione 1 (permanenti)	f _{1,d}	0.77 kN/m	δ _{lim PERM}	L /	350	16.71
Combinazione 2 (perm+acc)	f _{2,d}	1.97 kN/m	δ _{lim ACC}	L /	350	16.71
SOLLECITAZIONI SLU			δ _{lim TOT}	L /	250	23.40
Combinazione 1 (permanenti)	M _{Edu1}	3.30 kNm		t = ∞		
	V _{Ed,1}	2.26 kN				
Combinazione 2 (perm+acc)	M _{Ed,2}	8.44 kNm	δ _{lim TOT}	L /	250	23.40
	V _{Ed,2}	5.77 kN				

VERIFICA SLU - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.301							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza tra i baric geometrici	a	125 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	1.2E+01 mm							
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.1E+02 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	9.7E+11 N/mm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	1.46	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.43	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.89	MPa	≤	5.43	MPa		OK	35%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	1.04	MPa	≤	5.43	MPa		OK	19.1%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	1.00	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	7.82	MPa							
Verifica lato legno	0.81		≤	1			OK	81.1%	
Verifica sollecitazioni taglianti									
tensione tangenziale legno	0.37	MPa	≤	2.03	MPa		OK		
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	1.60	kN	≤	1.77	kN		OK	90.5%	
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO									
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa			$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	2.43E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa			$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	8.09E+08 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa			$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.30E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.437581155			$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	3.51E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza baricentro legno	a_{legno}	9.4E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.2E+02 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	5.1E+11 Nmm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	1.28	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.25	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.53	MPa	≤	5.43	MPa		OK	28.3%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	1.03	MPa	≤	5.43	MPa		OK	18.9%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.88	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	8.35	MPa							
Verifica lato legno	0.84		≤	1			OK	83.8%	
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	1.40	kN	≤	1.77	kN		OK	79.3%	
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.39							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	125.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	14.61 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	110.39 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	1.1E+12 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=0	$u_{1,t=0}$	7.71 mm	≤	16.71	mm		OK		
freccia carichi ACC t=0	$u_{2,t=0}$	11.49 mm	≤	16.71	mm		OK		
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	19.20 mm	≤	23.40	mm		OK		
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO									
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser t=\infty}$	1224.09 N/mm							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.54							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	125.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	11.42 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	113.58 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,t=\infty}$	5.4E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1,t=\infty}$	15.23 mm							
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2,t=\infty}$	6.81 mm							
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	22.04 mm	≤	23.40	mm		OK		

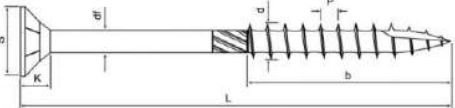
Travetti 15x17 L=5.85 m

Progetto: SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA					
SOLAIO SOTTOTETTO			SEZ COMP LEGNO/OSB		
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI					
tipologia di legno	MASSICCIO		VITI	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO	
	C	22		ø	8 x 140
classe del legno					
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa			
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	γ _{M,unione} =	1.50	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	γ _{M,OSB} =	1.50	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	γ _{M,L} =	1.50	
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	classe di durata del carico		
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	k _{mod,trave}		
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	k _{mod,OSB}		
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa			
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa			
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa			
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m³			
CLASSE DI SERVIZIO		2			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO					
Luce solaio	L	5.85 m	TIPO PANNELLO:		OSB/
Base trave di legno	B	150 mm	A _{OSB}		16900.00 mm²
Altezza trave di legno	H	170 mm	J _{OSB}		5.63E+05 mm⁴
Interasse travi	i _{tr}	0.85 m	E _{OSB} · A _{OSB}		8.33E+07 N
Spessore PANNELLO OSB	s	20 mm	E _{OSB} · J _{OSB}		2.78E+09 Nmm²
Spess tavolato non strutt	t	25 mm	E _{legno} · A _{tr}		2.55E+08 N
diametro nominale vite	d	8	E _{legno} · J _{tr}		6.14E+11 Nmm²
diametro gambo	d _f	5.8	i _{eq} =		
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm			
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm			
interasse connettori appoggi	i _{app}	100 mm			
lunghezza viti	L	140			
Lungh infiss viti nel legno	l _w	95 mm			
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	45 mm	n°strati pannello OSB:		
			1		
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			CARATT MECC OSB		
Durata azione					
flessione	f _{m,d}	11.73 MPa	f _{m,d}	5.43 MPa	
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	6.93 MPa	f _{t,0,d}	3.30 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.21 MPa	f _{c,0,d}	5.43 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	10.67 MPa	f _{v,d}	2.49 MPa	
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.28 MPa	E _{0,M,OSB}	4930 MPa	
taglio	f _{v,d}	2.03 MPa	ρ _{m,OSB}	5.50 kN/m³	
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB}	41.68 MPa	
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE		
massa volumica media	424 kg/mc		rott connett	8.00 kN	
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot	d	
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno	1.77 kN	
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness	1.77 kN	
ANALISI DEI CARICHI					
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.40 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:		
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.00 kN/m²	g _{2,k} · i _{tr}	0.34 kN/m	
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr}	0.85 kN/m	
			g _{1,k} · i _{tr}	0.23 kN/m	
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:		
			g _{2,k} · i _{tr}	0.34 kN/m	
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.30	q _k · i _{tr} · ψ ₂	0.25 kN/m	
			g _{1,k} · i _{tr}	0.23 kN/m	
CARICHI SLU					
			LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE		
Tipo di azione	γ _{g1}	γ _{g2}	γ _{q1}	t = 0	
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50		
Combinazione 1 (permanenti)	f _{1,d}	0.82 kN/m	δ _{lim PERM}	L /	350
Combinazione 2 (perm+acc)	f _{2,d}	2.09 kN/m	δ _{lim ACC}	L /	350
SOLLECITAZIONI SLU			δ _{lim TOT}	L /	250
Combinazione 1 (permanenti)	M _{Edu1}	3.52 kNm	t = ∞		
	V _{Ed,1}	2.40 kN			
Combinazione 2 (perm+acc)	M _{Ed,2}	8.94 kNm	δ _{lim TOT}	L /	250
	V _{Ed,2}	6.11 kN			

VERIFICA SLU - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.290							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza tra i baric geometrici	a	120 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	1.0E+01 mm							
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.1E+02 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	9.3E+11 N/mm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	1.50	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.47	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.97	MPa	≤	5.43	MPa		OK	36%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	1.03	MPa	≤	5.43	MPa		OK	18.9%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.99	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	8.13	MPa							
Verifica lato legno	0.84		≤	1			OK	83.6%	
Verifica sollecitazioni taglianti									
tensione tangenziale legno	0.36	MPa	≤	2.03	MPa		OK		
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	1.73	kN	≤	1.77	kN		OK	97.9%	
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO									
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa			$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	2.56E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa			$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	8.55E+08 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa			$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.42E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.42416233			$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	3.41E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza baricentro legno	a_{legno}	8.6E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.1E+02 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	4.9E+11 Nmm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	1.31	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.28	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.59	MPa	≤	5.43	MPa		OK	29.4%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	1.04	MPa	≤	5.43	MPa		OK	19.1%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.87	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	8.66	MPa							
Verifica lato legno	0.86		≤	1			OK	86.4%	
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	1.52	kN	≤	1.77	kN		OK	85.9%	

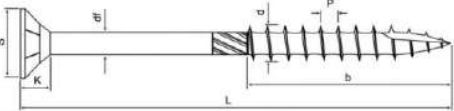
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.38							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	120.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	13.24 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	106.76 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	1.0E+12 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=0	$u_{1,t=0}$	8.52 mm	≤	16.71	mm		OK		
freccia carichi ACC t=0	$u_{2,t=0}$	12.61 mm	≤	16.71	mm		OK		
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	21.13 mm	≤	23.40	mm		OK		
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO									
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser t=\infty}$	1224.09 N/mm							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.52							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	120.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	10.41 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	109.59 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,t=\infty}$	5.2E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1,t=\infty}$	16.78 mm							
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2,t=\infty}$	7.45 mm							
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	24.23 mm	≤	29.25	mm		OK		

Travetti 13x17 L=5.00m

Progetto: SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA					
SOLAIO SOTTOTETTO			SEZ COMP LEGNO/OSB		
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI					
tipologia di legno	MASSICCIO				
	C	22			
classe del legno					
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	VITI		FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	ø		8 x 140
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	γ _{M,unione} =		1.50
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	γ _{M,OSB} =		1.50
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	γ _{M,L} =		1.50
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	classe di durata del carico		MEDIA
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	k _{mod,trave}		0.8
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa	k _{mod,OSB}		0.55
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa			k _{def,trave} 0.8
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa			k _{def,OSB} 2.25
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m³			
CLASSE DI SERVIZIO	2				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO					
Luce solaio	L	5.00 m	TIPO PANNELLO:		OSB/
Base trave di legno	B	130 mm	A _{OSB}		16000.00 mm²
Altezza trave di legno	H	170 mm	J _{OSB}		5.33E+05 mm⁴
Interasse travi	i _{tr}	0.80 m	E _{OSB} · A _{OSB}		7.89E+07 N
Spessore PANNELLO OSB	s	20 mm	E _{OSB} · J _{OSB}		2.63E+09 Nmm²
Spess tavolato non strutt	t	25 mm	E _{legno} · A _{tr}		2.21E+08 N
diametro nominale vite	d	8	E _{legno} · J _{tr}		5.32E+11 Nmm²
diametro gambo	d _f	5.8	i _{eq} =		
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm			
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm			
interasse connettori appoggi	i _{app}	100 mm			
lunghezza viti	L	140	≤ 400 mm		
Lungh infiss viti nel legno	l _w	95 mm	≥ 48 mm		
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	45 mm	n°strati pannello OSB: 1		
OK					
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			CARATT MECC OSB		
Durata azione					
flessione	f _{m,d}	11.73 MPa	f _{m,d}	5.43 MPa	
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	6.93 MPa	f _{t,0,d}	3.30 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.21 MPa	f _{c,0,d}	5.43 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	10.67 MPa	f _{v,d}	2.49 MPa	
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.28 MPa	E _{0,M,OSB}	4930 MPa	
taglio	f _{v,d}	2.03 MPa	ρ _{m,OSB}	5.50 kN/m³	
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB}	41.68 MPa	
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE		
massa volumica media	424 kg/mc		rott connett	8.00 kN	
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot	d	
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno	1.77 kN	
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness	1.77 kN	
ANALISI DEI CARICHI					
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.40 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:		
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.00 kN/m²	g _{2,k} · i _{tr} 0.32 kN/m		
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr} 0.80 kN/m		
			g _{1,k} · i _{tr} 0.21 kN/m		
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:		
			g _{2,k} · i _{tr} 0.32 kN/m		
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.30	q _k · i _{tr} · ψ ₂ 0.24 kN/m		
			g _{1,k} · i _{tr} 0.21 kN/m		
CARICHI SLU			LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE		
Tipo di azione	γ _{g1}	γ _{g2}	γ _{q1}	t = 0	
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50		
Combinazione 1 (permanenti)	f _{1,d}	0.76 kN/m	δ _{lim PERM}	L /	350
Combinazione 2 (perm+acc)	f _{2,d}	1.96 kN/m	δ _{lim ACC}	L /	350
SOLLECITAZIONI SLU			δ _{lim TOT}	L /	250
Combinazione 1 (permanenti)	M _{Edu1}	2.38 kNm	t = ∞		
	V _{Ed,1}	1.91 kN			
Combinazione 2 (perm+acc)	M _{Ed,2}	6.13 kNm	δ _{lim TOT}	L /	250
	V _{Ed,2}	4.91 kN			

VERIFICA SLU - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.239							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza tra i baric geometrici	a	120 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	9.4E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.1E+02 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	7.9E+11 N/mm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	1.02	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.39	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.40	MPa	≤	5.43	MPa		OK	26%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	0.63	MPa	≤	5.43	MPa		OK	11.7%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.74	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	6.64	MPa							
Verifica lato legno	0.67		≤	1			OK	67.2%	
Verifica sollecitazioni taglianti									
tensione tangenziale legno	0.33	MPa	≤	2.03	MPa		OK		
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	1.30	kN	≤	1.77	kN		OK	73.8%	
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO									
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa			$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	2.43E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa			$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	8.09E+08 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa			$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.23E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.362393159			$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	2.96E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza baricentro legno	a_{legno}	8.0E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.1E+02 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	4.1E+11 Nmm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	0.91	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.22	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.13	MPa	≤	5.43	MPa		OK	20.9%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	0.69	MPa	≤	5.43	MPa		OK	12.6%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.66	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	6.99	MPa							
Verifica lato legno	0.69		≤	1			OK	69.0%	
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	1.17	kN	≤	1.77	kN		OK	65.9%	
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.32							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	120.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	12.33 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	107.67 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	8.6E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=0	$u_{1,t=0}$	5.00 mm	≤	14.29	mm		OK		
freccia carichi ACC t=0	$u_{2,t=0}$	7.55 mm	≤	14.29	mm		OK		
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	12.56 mm	≤	20.00	mm		OK		
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO									
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser t=\infty}$	1224.09 N/mm							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.46							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	120.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	10.01 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	109.99 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,t=\infty}$	4.4E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1,t=\infty}$	9.71 mm							
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2,t=\infty}$	4.40 mm							
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	14.11 mm	≤	20.00	mm		OK		

Travetti 13x15 L=2.75m

Progetto: SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA					
SOLAIO SOTTOTETTO			SEZ COMP LEGNO/OSB		
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI					
tipologia di legno		MASSICCIO			
classe del legno		C	22		
flessione	f _{m,0,k}	22	MPa	VITI	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13	MPa	ø 8 x 140	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4	MPa	γ _{M,unione} =	1.50
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20	MPa	γ _{M,OSB} =	1.50
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4	MPa	γ _{M,L} =	1.50
taglio	f _{v,k}	3.8	MPa	classe di durata del carico	MEDIA
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000	MPa	k _{mod,trave}	0.8
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700	MPa	k _{mod,OSB}	0.55
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330	MPa	k _{def,trave}	0.8
mod taglio medio	G _{mean}	630	MPa	k _{def,OSB}	2.25
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4	kN/m³		
CLASSE DI SERVIZIO		2			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO					
Luce solaio	L	2.75	m	TIPO PANNELLO: OSB/ 3	
Base trave di legno	B	130	mm	A _{OSB}	16000.00 mm²
Altezza trave di legno	H	150	mm	J _{OSB}	5.33E+05 mm⁴
Interasse travi	i _{tr}	0.80	m	E _{OSB} · A _{OSB}	7.89E+07 N
Spessore PANNELLO OSB	s	20	mm	E _{OSB} · J _{OSB}	2.63E+09 Nmm²
Spess tavolato non strutt	t	25	mm	E _{legno} · A _{tr}	1.95E+08 N
diametro nominale vite	d	8	mm	E _{legno} · J _{tr}	3.66E+11 Nmm²
diametro gambo	d _f	5.8	mm	i _{eq} = 1200 mm	
diametro efficace	d _{ef}	5.8	mm		
interasse connettori campata	i _{camp}	300	mm		
interasse connettori appoggi	i _{app}	300	mm		
lunghezza viti	L	140	mm	i _{eq} = 300 mm	
Lungh infiss viti nel legno	l _w	95	mm	48 mm OK	
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	45	mm	n°strati pannello OSB: 1	
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			CARATT MECC OSB		
Durata azione	f _{m,d}	11.73	MPa	f _{m,d}	5.43 MPa
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	6.93	MPa	f _{t,0,d}	3.30 MPa
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.21	MPa	f _{c,0,d}	5.43 MPa
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	10.67	MPa	f _{v,d}	2.49 MPa
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.28	MPa	E _{0,M,OSB}	4930 MPa
taglio	f _{v,d}	2.03	MPa	ρ _{m,OSB}	5.50 kN/m³
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76	MPa	f _{h,k,OSB}	41.68 MPa
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE		
massa volumica media		424	kg/mc	rott connett	8.00 kN
rigidezza connessione	K _{ser}	2203	N/mm	meccanismo rot	d
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469	N/mm	rottura legno	1.77 kN
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000	Nmm	rott conness	1.77 kN
ANALISI DEI CARICHI					
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.40	kN/m²	COMBINAZIONE RARA:	
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.00	kN/m²	g _{2,k} · i _{tr}	0.32 kN/m
Peso proprio elementi strutturali				q _k · i _{tr}	0.80 kN/m
				g _{1,k} · i _{tr}	0.20 kN/m
				COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:	
				g _{2,k} · i _{tr}	0.32 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.30		q _k · i _{tr} · ψ ₂	0.24 kN/m
				g _{1,k} · i _{tr}	0.20 kN/m
CARICHI SLU					
			LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE		
Tipo di azione	γ _{g1}	γ _{g2}	γ _{q1}	t = 0	
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50		
Combinazione 1 (permanenti)	f _{1,d}	0.74	kN/m	δ _{lim PERM}	L / 350 7.86 mm
Combinazione 2 (perm+acc)	f _{2,d}	1.94	kN/m	δ _{lim ACC}	L / 350 7.86 mm
SOLLECITAZIONI SLU				δ _{lim TOT}	L / 250 11.00 mm
Combinazione 1 (permanenti)	M _{Edu1}	0.70	kNm	t = ∞	
	V _{Ed,1}	1.02	kN		
Combinazione 2 (perm+acc)	M _{Ed,2}	1.84	kNm	δ _{lim TOT}	L / 250 11.00 mm
	V _{Ed,2}	2.67	kN		

VERIFICA SLU - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.045							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza tra i baric geometrici	a	110 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	2.0E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.1E+02 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	4.1E+11 N/mm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	0.11	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.22	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.33	MPa	≤	5.43	MPa		OK	6%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.11	MPa	≥	-3.30	MPa		OK	3.4%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.09	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	3.35	MPa							
Verifica lato legno	0.30		≤	1			OK	29.9%	
Verifica sollecitazioni taglianti									
tensione tangenziale legno	0.21	MPa	≤	2.03	MPa		OK		
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	0.76	kN	≤	1.77	kN		OK	42.7%	
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO									
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa			$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	2.43E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa			$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	8.09E+08 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa			$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.08E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.079160134			$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	2.03E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza baricentro legno	a_{legno}	1.9E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.1E+02 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	2.3E+11 Nmm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	0.11	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.12	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.23	MPa	≤	5.43	MPa		OK	4.2%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.02	MPa	≥	-3.30	MPa		OK	0.5%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.09	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	3.38	MPa							
Verifica lato legno	0.30		≤	1			OK	30.0%	
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	0.73	kN	≤	1.77	kN		OK	41.5%	
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.07							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	110.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	2.89 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	107.11 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	4.3E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=0	$u_{1,t=0}$	0.89 mm	≤	7.86	mm		OK		
freccia carichi ACC t=0	$u_{2,t=0}$	1.38 mm	≤	7.86	mm		OK		
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	2.28 mm	≤	11.00	mm		OK		
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO									
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser t=\infty}$	1224.09 N/mm							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.11							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	110.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	2.74 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	107.26 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,t=\infty}$	2.4E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1,t=\infty}$	1.62 mm							
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2,t=\infty}$	0.76 mm							
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	2.38 mm	≤	11.00	mm		OK		

Travetti 14x17 L=2.75m

Progetto:			SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA		
SOLAIO SOTTOTETTO			SEZ COMP LEGNO/OSB		
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI					
tipologia di legno	MASSICCIO				
	C	22			
classe del legno			VITI	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO	
flessione	$f_{m,0,k}$	22 MPa	\varnothing	8 x 140	
trazione parallela fibratura	$f_{t,0,k}$	13 MPa	$\gamma_{M,unione} =$	1.50	
trazione perpendicolare fibrat	$f_{t,90,k}$	0.4 MPa	$\gamma_{M,OSB} =$	1.50	
compressione parallela fibrat	$f_{c,0,k}$	20 MPa	$\gamma_{M,L} =$	1.50	
compressione perpendicol fibr	$f_{c,90,k}$	2.4 MPa	classe di durata del carico	MEDIA	
taglio	$f_{v,k}$	3.8 MPa	$k_{mod,trave}$	0.8	$k_{def,trave}$ 0.8
modulo elast medio parallelo	$E_{0,mean}$	10000 MPa	$k_{mod,OSB}$	0.55	$k_{def,OSB}$ 2.25
mod elast caratt parallelo	$E_{0,05}$	6700 MPa			
mod elast medio perpendicolare	$E_{90,mean}$	330 MPa			
mod taglio medio	G_{mean}	630 MPa			
massa volumica media trave in legno	$\rho_{k,tr}$	3.4 kN/m^3			
CLASSE DI SERVIZIO		2			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO					
Luce solaio	L	2.75 m	TIPO PANNELLO:		OSB/
Base trave di legno	B	140 mm	A _{OSB}		17000.00 mm ²
Altezza trave di legno	H	170 mm	J _{OSB}		5.67E+05 mm ⁴
Interasse travi	i _{tr}	0.85 m	E _{OSB} · A _{OSB}		8.38E+07 N
Spessore PANNELLO OSB	s	20 mm	E _{OSB} · J _{OSB}		2.79E+09 Nmm ²
Spess tavolato non strutt	t	25 mm	E _{legno} · A _{tr}		2.38E+08 N
diametro nominale vite	d	8 mm	E _{legno} · J _{tr}		5.73E+11 Nmm ²
diametro gambo	d _f	5.8 mm	$i_{eq} =$		
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm			
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm			
interasse connettori appoggi	i _{app}	300 mm			
lunghezza viti	L	140 mm	$i_{eq} =$		
Lungh infiss viti nel legno	l _w	95 mm			
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	45 mm			
			n°strati pannello OSB: 1 OK		
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			CARATT MECC OSB		
Durata azione					
flessione	f _{m,d}	11.73 MPa	f _{m,d}	5.43 MPa	
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	6.93 MPa	f _{t,0,d}	3.30 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.21 MPa	f _{c,0,d}	5.43 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	10.67 MPa	f _{v,d}	2.49 MPa	
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.28 MPa	E _{0,M,OSB}	4930 MPa	
taglio	f _{v,d}	2.03 MPa	ρ _{m,OSB}	5.50 kN/m ³	
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB}	41.68 MPa	
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE		
massa volumica media	424 kg/mc		rott connett	8.00 kN	
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot	d	
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno	1.77 kN	
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness	1.77 kN	
ANALISI DEI CARICHI					
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.40 kN/m ²	COMBINAZIONE RARA:		
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.00 kN/m ²	g _{2,k} · i _{tr}	0.34 kN/m	
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr}	0.85 kN/m	
			g _{1,k} · i _{tr}	0.22 kN/m	
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:		
			g _{2,k} · i _{tr}	0.34 kN/m	
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.30	q _k · i _{tr} · ψ ₂	0.26 kN/m	
			g _{1,k} · i _{tr}	0.22 kN/m	
CARICHI SLU			LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE		
Tipo di azione	γ _{g1}	γ _{g2}	γ _{q1}	t = 0	
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50		
Combinazione 1 (permanenti)	f _{1,d}	0.81 kN/m	δ _{lim PERM}	L /	350 mm
Combinazione 2 (perm+acc)	f _{2,d}	2.09 kN/m	δ _{lim ACC}	L /	350 mm
SOLLECITAZIONI SLU			δ _{lim TOT}	L /	250 mm
Combinazione 1 (permanenti)	M _{Edu1}	0.77 kNm	t = ∞		
	V _{Ed,1}	1.12 kN			
Combinazione 2 (perm+acc)	M _{Ed,2}	1.97 kNm	δ _{lim TOT}	L /	250 mm
	V _{Ed,2}	2.87 kN			

VERIFICA SLU - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.043							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza tra i baric geometrici	a	120 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	1.8E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.2E+02 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.3E+11 N/mm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	0.08	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.16	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.23	MPa	≤	5.43	MPa		OK	4%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.08	MPa	≥	-3.30	MPa		OK	2.3%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.06	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	2.68	MPa							
Verifica lato legno	0.24		≤	1			OK	23.6%	
Verifica sollecitazioni taglianti									
tensione tangenziale legno	0.18	MPa	≤	2.03	MPa		OK		
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	0.58	kN	≤	1.77	kN		OK	33.0%	
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO									
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa			$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	2.58E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa			$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	8.60E+08 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa			$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.32E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.074852203			$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	3.18E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1							
distanza baricentro legno	a_{legno}	1.7E+00 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.2E+02 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	3.5E+11 Nmm ²							
Tensioni normali lato OSB									
$\sigma_{N1,d}$	0.08	MPa							
$\sigma_{M1,d}$	0.09	MPa							
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.16	MPa	≤	5.43	MPa		OK	3.0%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.01	MPa	≥	-3.30	MPa		OK	0.3%	
Tensioni normali lato legno									
$\sigma_{N2,d}$	0.05	MPa							
$\sigma_{M2,d}$	2.69	MPa							
Verifica lato legno	0.24		≤	1			OK	23.7%	
Verifica connessione									
Taglio sulla connessione	0.57	kN	≤	1.77	kN		OK	32.1%	
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO									
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.06							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	120.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	2.60 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	117.40 mm							
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.5E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=0	$u_{1,t=0}$	0.65 mm	≤	7.86	mm		OK		
freccia carichi ACC t=0	$u_{2,t=0}$	0.97 mm	≤	7.86	mm		OK		
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	1.62 mm	≤	11.00	mm		OK		
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO									
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser t=\infty}$	1224.09 N/mm							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.11							
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00							
distanza tra i baric geometrici	a	120.00 mm							
distanza baricentro legno	a_{legno}	2.48 mm							
distanza baricentro OSB	a_{osb}	117.52 mm							
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,t=\infty}$	3.6E+11 Nmm ²							
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1,t=\infty}$	1.17 mm							
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2,t=\infty}$	0.53 mm							
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	1.70 mm	≤	11.00	mm		OK		

4.3.1.3. SOLAIO SOTTOTETTO – RIASSUNTO RISULTATI

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con i risultati delle verifiche svolte, in condizioni esistenti allo stato di fatto e in quelle di progetto con il rinforzo previsto.

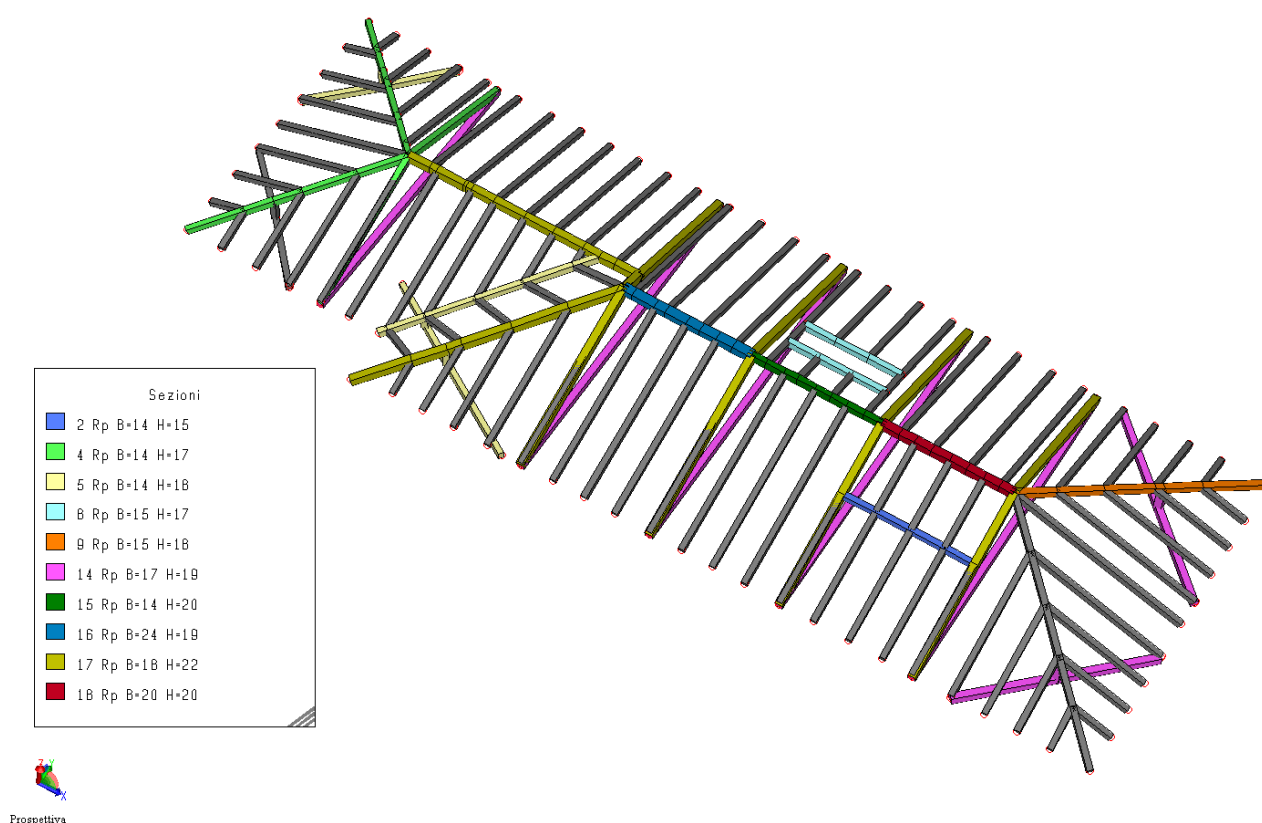
Il coefficiente di sicurezza ζ è pari al rapporto fra la "sollecitazione agente" (momento e/o taglio) e la "resistenza dell'elemento". L'elemento strutturale è verificato se il $\zeta \geq 1$.

Elemento	Stato di fatto		Progetto rinforzo	
	SLU	SLE	SLU	SLE
Travetti	ζ_{SLU}	ζ_{SLE}	ζ_{SLU}	ζ_{SLE}
15x18 L=5,85m i=0,80	1.11	0.70	1.19	1.14
13x18 L=5,85m i=0,80	0.97	0.62	1.10	1.06
15x17 L=5,85m i=0,85	0.94	0.56	1.02	1.11
13x17 L=5,00m i=0,80	1.19	0.84	1.36	1.42
13x15 L=2,75m i=0,80	3.13	3.57	2.34	4.62
14x17 L=2,75m i=0,85	4.00	5.00	3.03	6.47

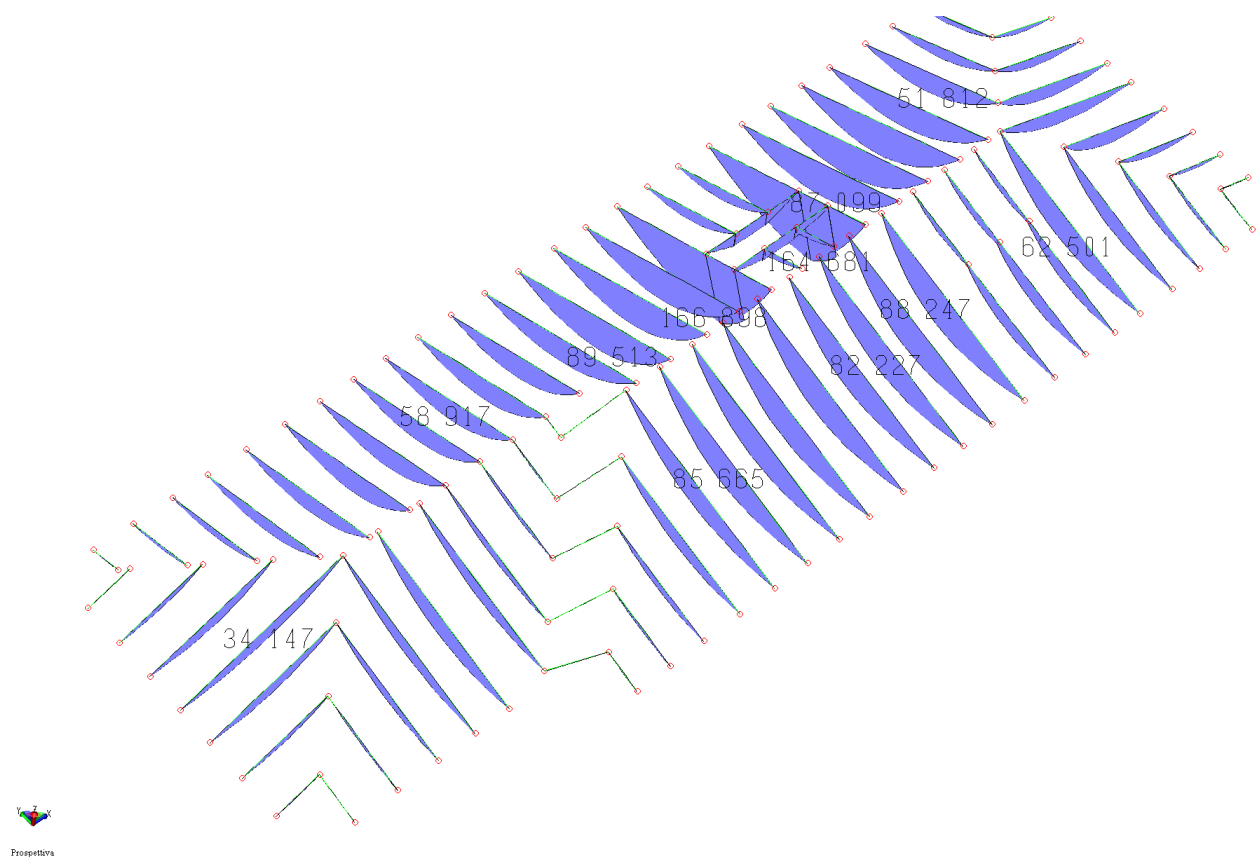
Nella condizione di progetto con il rinforzo previsto, tutti gli elementi dell'impalcato del sottotetto risultano verificati.

4.3.1.1. SOLAIO DI COPERTURA – STATO DI FATTO

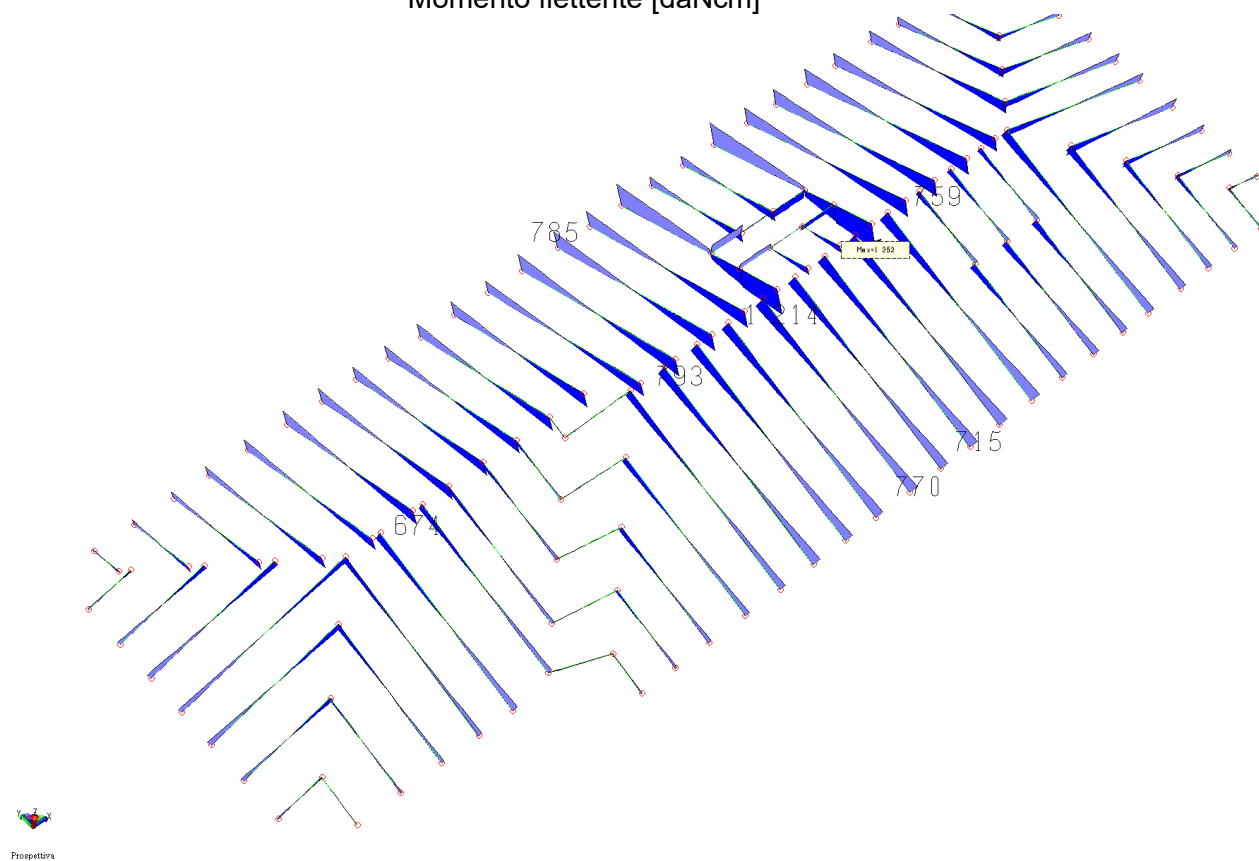
Di seguito si riportano le verifiche degli elementi del solaio di copertura maggiormente sollecitate. Le sollecitazioni sono calcolate in modo diretto e/o desunte dall'analisi strutturale agli elementi finiti, in quanto alcuni elementi presentano schemi statici non semplici.



Sollecitazioni nei travetti di falda con carichi esistente allo stato di fatto



Momento flettente [daNcm]



Taglio [daN]

Travetti 15x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		15 x 16	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5120	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	640	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.15	0.15
$G_{k,1}$	0.82	0.87	0.87
$G_{k,2}$	0.80	0.87	0.87
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.87	0.87
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	valore
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	8.56	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	13.38	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	101% NO
taglio massimo	V_d [kN]	7.97	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.50	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	22% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	3.29	3.29
	$R_{q,Qk}$	2.06	2.06
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
Ascissa [m]			
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	8.3	58% OK	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	8.3	48% OK	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	23.9		
freccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	32.3	150% NO	
$L/u_{2,inst}$	517	≥	300
$L/u_{2,fin}$	517	≥	250
$L/u_{net,fin}$	133	≥	200

Travetti 13x15 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		13 x 15	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	15.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	3656
momento inerzia sez.		W [cm ³]	488
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore [kN/m ²]	i_{max} [m]	i_{min} [m]
permanenti			
$G_{k,PP}$	0.75	0.13	0.13
$G_{k,1}$	0.82	0.85	0.85
$G_{k,2}$	0.80	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore [kN]	a [m]	$\gamma_{G,Q}$
permanenti			
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni - SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	8.31	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	17.04	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	129% NO
taglio massimo	V_d [kN]	7.73	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.59	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	26% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	3.17	3.17
	$R_{q,Qk}$	2.01	2.01
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	11.4	79% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	11.4	66% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	32.3	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	43.7	203% NO
$L/u_{2,inst}$		378	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		378	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		98	≥ 200

Travetti 14x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 16	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		C	22
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	4779	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	597	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.14	0.14
$G_{k,1}$	0.82	0.88	0.88
$G_{k,2}$	0.80	0.88	0.88
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.88	0.88
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	2.51		2.51
	0.00		0.00
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	3.74		3.74
	0.00		0.00
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]			
	-1.30	2.50	-8.03
	8.63	8.41	0.00
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	8.63	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	14.46	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	110% NO
taglio massimo	V_d [kN]	8.03	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.54	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	24% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	3.31	3.31
	$R_{q,Qk}$	2.08	2.08
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,ist}$ [mm]	9.0	63% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	9.0	52% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	25.8	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	34.8	162% NO
$L/u_{2,ist}$		477	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		477	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		124	≥ 200

Travetti 14x19 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 19	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	8002	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	842	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.95	0.14	0.14
$G_{k,1}$	0.82	0.85	0.85
$G_{k,2}$	0.80	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	valore
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni - SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	8.42	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	9.99	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	76% OK
taglio massimo	V_d [kN]	7.83	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.44	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	19% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	3.25	3.25
	$R_{q,Qk}$	2.01	2.01
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	5.2	36% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	5.2	30% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	15.1	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	20.3	95% OK
$L/u_{2,inst}$		827	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		827	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		212	≥ 200

Travetti 14x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 16	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	4779
momento inerzia sez.		W [cm ³]	597
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.14	0.14
$G_{k,1}$	0.82	0.90	0.90
$G_{k,2}$	0.80	0.90	0.90
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.90	0.90
Carichi concentrati	valore	a	$Y_{G,0}$
permanenti	[kN]	[m]	valore
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni - SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	8.82	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	14.77	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	112% NO
taglio massimo	V_d [kN]	8.21	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.55	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	24% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	3.38	3.38
	$R_{q,Qk}$	2.13	2.13
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	9.2	64% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	9.2	54% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	26.3	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	35.5	165% NO
$L/u_{2,inst}$		466	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		466	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		121	≥ 200

Travetti 13x19 L=4.30 m (zona camino)

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		13 x 19	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		C	22
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	7431	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	782	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.95	0.13	0.13
$G_{k,1}$	0.82	1.68	1.68
$G_{k,2}$	0.80	1.68	1.68
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	1.68	1.68
Carichi concentrati	valore	a	$Y_{G,0}$
permanenti	[kN]	[m]	valore
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	4.69		4.69
	0.00		0.00
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	7.01		7.01
	0.00		0.00
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	16.21	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	20.73	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	157% NO
taglio massimo	V_d [kN]	15.08	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.92	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	40% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	6.12	6.12
	$R_{q,Qk}$	3.97	3.97
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	11.1	77% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	11.1	64% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	30.7	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	41.8	194% NO
$L/u_{2,inst}$		388	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		388	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		103	≥ 200

Travetti 13x15 L=3.60 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		13 x 15	
luce trave	L [m]	3.60	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	15.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	3656	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	488	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.75	0.13	0.13
$g_{k,1}$	0.82	0.85	0.85
$g_{k,2}$	0.80	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	valore
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	5.82	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	11.95	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	90% OK
taglio massimo	V_d [kN]	6.47	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.50	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	22% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	2.65	2.65
	$R_{q,Qk}$	1.68	1.68
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni - SLU			
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	5.6	47% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	5.6	39% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	15.9	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	21.5	119% NO
$L/u_{2,inst}$		644	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		644	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		168	≥ 200

Travetti 15x17 L=3.60 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		15 x 17	
luce trave	L [m]	3.60	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6141	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	723	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.85	0.15	0.15
$G_{k,1}$	0.82	0.85	0.85
$G_{k,2}$	0.80	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	2.44		2.44
	0.00		0.00
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	3.63		3.63
	0.00		0.00
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	5.89	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	8.15	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	62% OK
taglio massimo	V_d [kN]	6.54	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.38	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	17% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	2.71	2.71
	$R_{q,Qk}$	1.68	1.68
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,ist}$ [mm]	3.3	28% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	3.3	23% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	9.6	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	13.0	72% OK
$L/u_{2,ist}$		1081	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		1081	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		277	≥ 200

Travetti 14x17 L=3.60 m

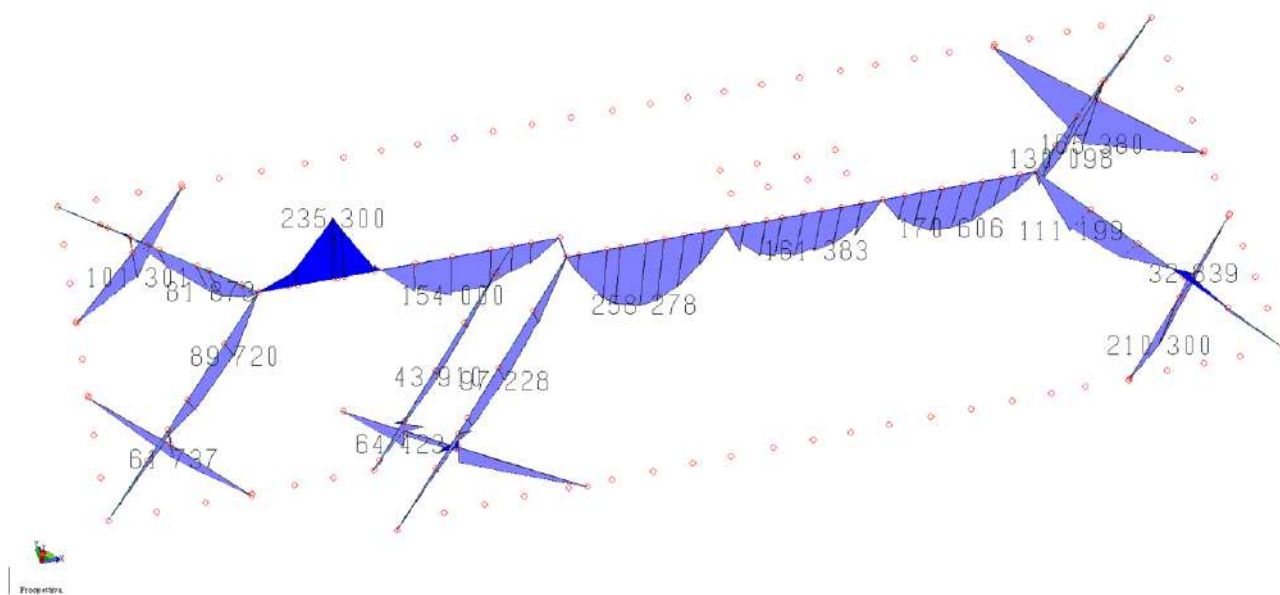
PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 17	
luce trave	L [m]	3.70	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0,05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5732	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	674	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i _{max}	i _{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
g _{k,pp}	0.85	0.14	0.14
g _{k,1}	0.82	0.89	0.89
g _{k,2}	0.80	0.89	0.89
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
q _{k,1}	1.10	0.89	0.89
Carichi concentrati	valore	a	Y _{G,Q}
permanenti	[kN]	[m]	[-]
G _{k1}	0.00	0.00	1.50
G _{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q _{k1}	0.00	0.00	1.50
Q _{k2}	0.00	0.00	1.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M _d [kNm]	6.48	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	9.61	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	
73%	OK		
taglio massimo	V _d [kN]	7.00	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.44	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	
19%	OK		
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R _k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	R _{q,Gk}	2.89	2.89
	R _{q,Qk}	1.81	1.81
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
Deformata - SLE			
Ascissa [m]			
spostamento - u [mm]			
u _{1,ist} u _{2,ist} u _{1,fin} u _{2,fin} u _{net,fin}			
freccia istantanea (car. var.)			
u _{2,ist} [mm]	4.2	34%	OK
freccia finale (car. var.)			
u _{2,fin} [mm]	4.2	28%	OK
freccia finale (car. perm.)			
u _{1,fin} [mm]	12.0		
fraccia totale finale			
u _{net,fin} [mm]	16.1	87%	OK
L/u _{2,ist}	888	≥	300
L/u _{2,fin}	888	≥	250
L/u _{net,fin}	229	≥	200

Travetti 16x14 L=3.40 m

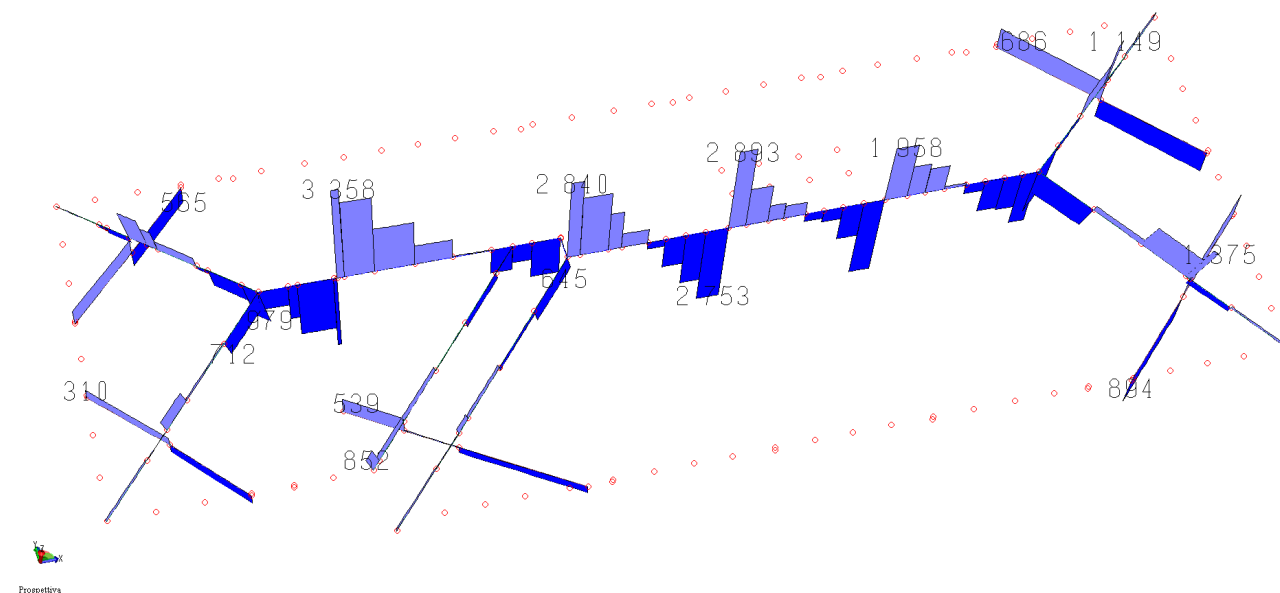
PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		16 x 14	
luce trave	L [m]	3.40	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	14.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	3659
momento inerzia sez.		W [cm ³]	523
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.7	0.16	0.16
$G_{k,1}$	0.82	0.90	0.90
$G_{k,2}$	0.80	0.90	0.90
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.90	0.90
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
$G_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$G_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
variabili			
$Q_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$Q_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	2.56		2.56
	0.00		0.00
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	3.82		3.82
	0.00		0.00
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	5.52	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	10.55	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	80% OK
taglio massimo	V_d [kN]	6.49	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.43	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	19% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	2.67	2.67
	$R_{q,Qk}$	1.68	1.68
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,ist}$ [mm]	4.7	42% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	4.7	35% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	13.4	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	18.1	107% NO
$L/u_{2,ist}$		722	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		722	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		187	≥ 200

Le verifiche di resistenza e di deformabilità agli SLU / SLE NON risultano in generale soddisfatte.

Sollecitazioni negli elementi primari con carichi esistente allo stato di fatto



Momento flettente [daNcm]



Taglio [daN]

Colmo 19x20 L=3.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		19 x 20	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	19.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	12667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1267	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	1	0.19	0.19
$g_{k,1}$	0.97	2.15	2.15
$g_{k,2}$	0.80	2.15	2.15
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	2.15	2.15
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	6.36		6.36
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	9.50		9.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	12.94	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	10.21	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	77% OK
taglio massimo	V_d [kN]	15.68	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.62	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	27% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{g,Qk}$	6.59	6.59
	$R_{g,Qk}$	3.90	3.90
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	2.9	26% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	2.9	22% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	8.8	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	11.7	71% OK
$L/u_{2,inst}$		1145	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		1145	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		283	≥ 200

Colmo 14x16 L=3.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		14 x 16	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	4779	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	597	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.8	0.14	0.14
$g_{k,1}$	0.97	2.15	2.15
$g_{k,2}$	0.80	2.15	2.15
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	2.15	2.15
$q_{k,2}$	0.00	0.00	0.00
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	[-]
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]	6.28	6.28
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]	9.40	9.40
Sollecitazioni-SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]	Ascissa [m]	7.97	15.51
MEd,1 [kNm], VEd,1 [kN]	Ascissa [m]	9.42	15.51
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	12.80	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	21.42	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	162% NO
taglio massimo	V_d [kN]	15.51	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	1.04	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	46% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
R_k	SX	DX	
$R_{q,Gk}$	6.46	6.46	
$R_{q,Qk}$	3.90	3.90	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]	Ascissa [m]	u1 ist	u2 inst
u1 fin	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)		$u_{2,inst}$ [mm]	7.6
freccia finale (car. var.)		$u_{2,fin}$ [mm]	7.6
freccia finale (car. perm.)		$u_{1,fin}$ [mm]	22.8
freccia totale finale		$u_{net,fin}$ [mm]	30.4
$L/U_{2,inst}$	432	≥	300
$L/U_{2,fin}$	432	≥	250
$L/U_{net,fin}$	108	≥	200

Colmo 14x20 L=3.35m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		14 x 20	
luce trave	L [m]	3.35	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	9333	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	933	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	1	0.14	0.14
$g_{k,1}$	0.97	3.00	3.00
$g_{k,2}$	0.80	3.00	3.00
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	3.00	3.00
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	valore
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
8.75	0.00	8.75	3.35
0.00	0.00	0.00	3.35
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
13.10	0.00	13.10	3.35
0.00	0.00	0.00	3.35
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]	Ascissa [m]		
-21.94	0.00	-10.79	2.50
-13.93	2.50	0.00	3.35
21.94	3.35	0.00	3.35
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	18.37	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	19.68	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	149% NO
taglio massimo	V_d [kN]	21.94	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	1.18	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	52% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
R_k	SX	DX	
$R_{q,Gk}$	9.13	9.13	
$R_{q,Qk}$	5.53	5.53	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]	Ascissa [m]		
u1 ist	0.00	u2 ist	0.00
u1 fin	0.00	u2 fin	0.00
u net fin	0.00		
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	5.8	52% OK	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	5.8	43% OK	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	17.2		
traccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	23.0	138% NO	
$L/u_{2,inst}$	578	≥	300
$L/u_{2,fin}$	578	≥	250
$L/u_{net,fin}$	145	≥	200

Colmo 24x19 L=3.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		24 x 19	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	24.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0,05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	13718	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1444	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i _{max}	i _{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
g _{k,PP}	0.95	0.24	0.24
g _{k,1}	0.97	4.30	4.30
g _{k,2}	0.80	4.30	4.30
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
q _{k,1}	1.10	4.30	4.30
Carichi concentrati	valore	a	γ _{G,Q}
permanenti	[kN]	[m]	valore
G _{k1}	0.00	0.00	1.50
G _{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q _{k1}	0.00	0.00	1.50
Q _{k2}	0.00	0.00	1.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M _d [kNm]	25.60	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	17.73	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	
134%	NO		
taglio massimo	V _d [kN]	31.03	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	1.02	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	
45%	OK		
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R _k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	R _{q,Gk}	12.93	12.93
	R _{q,Qk}	7.80	7.80
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
freccia istantanea (car. var.)			
freccia finale (car. var.)			
freccia finale (car. perm.)			
freccia totale finale			
L/u _{2,inst}			
L/u _{2,fin}			
L/u _{net,fin}			

Colmo 18x22 L=4.55 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMO COPERTURA		18 x 22	
luce trave	L [m]	4.55	
larghezza trave	B [cm]	18.0	
altezza trave	H [cm]	22.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	15972	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1452	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	23.53	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	16.21	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	123% NO
taglio massimo	V_d [kN]	33.58	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	1.27	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	56% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	4.20	23% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	4.2	23% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	8.20	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	14.8	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	12.4	55% OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	19.0	83% OK
$L/u_{2,inst}$		1083	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		1083	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		240	≥ 200

Bordonale 14x17 L=5.40 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		14 x 17	
luce trave	L [m]	5.40	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5732	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	674	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	8.18	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	12.13	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	92% OK
taglio massimo	V_d [kN]	9.73	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.61	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	27% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	6.50	30% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	6.5	30% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	12.50	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	22.5	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	19.0	70% OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	29.0	107% NO
$L/u_{2,inst}$		831	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		831	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		186	≥ 200

Bordonale 14x17 L=5.40 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		14 x 17	
luce trave	L [m]	5.40	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5732	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	674	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	8.97	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	13.30	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	
taglio massimo	V _d [KN]	7.13	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.45	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	7.80	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	7.8	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	15.30	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	27.5	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	23.1	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	35.3	
L/u _{2,inst}		692	≥ 250
L/u _{2,fin}		692	≥ 250
L/u _{net,fin}		153	≥ 200

Bordonale 14x18 L=5.30 m

luce trave	L [m]	5.30		
larghezza trave	B [cm]	14.0		
altezza trave	H [cm]	18.0		
classe di servizio	CS	2		
classe di durata del carico	CD	BREVE		
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90		
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80		
Caratteristiche legno				
tipologia di legno		MASSICCIO		
classe del legno	C	22		
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22		
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8		
moduli elastici legno	E [MPa]	10000		
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700		
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50		
Parametri di calcolo sezione				
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6804		
modulo resist. sez.	W [cm ³]	756		
Verifiche di resistenza (S.L.U.)				
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	4.38		
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	5.79		
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	44%	OK
taglio massimo	V_d [kN]	8.51		
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.51		
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	22%	OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)				
posizione della trave		COPERTURA		
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0		
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	5.50	26%	OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	5.5	26%	OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	11.40		
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	20.5		
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	16.9	64%	OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	26.0	98%	OK
$L/u_{2,inst}$		964	≥	250
$L/u_{2,fin}$		964	≥	250
$L/u_{net,fin}$		204	≥	200

Bordonale 17x22 L=6.50 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		17 x 22	
luce trave	L [m]	6.50	
larghezza trave	B [cm]	17.0	
altezza trave	H [cm]	22.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	15085	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1371	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	9.72	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	7.09	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	54% OK
taglio massimo	V _d [KN]	6.46	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.26	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	11% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	5.10	20% OK
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	5.1	20% OK
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	11.00	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	19.8	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	16.1	50% OK
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	24.9	77% OK
L/u _{2,inst}		1275	≥ 250
L/u _{2,fin}		1275	≥ 250
L/u _{net,fin}		261	≥ 200

Bordonale 14x14 L=6.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		14 x 14	
luce trave	L [m]	6.30	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	14.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	3201	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	457	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	11.11	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	24.29	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	184% NO
taglio massimo	V_d [kN]	13.75	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	1.05	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	46% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	16.10	64% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	16.1	64% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	30.00	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	54.0	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	46.1	146% NO
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	70.1	223% NO
$L/u_{2,inst}$		391	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		391	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		90	≥ 200

Bordonale 15x19 L=6.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		15 x 19	
luce trave	L [m]	6.30	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	8574	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	903	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	13.00	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	14.40	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	
taglio massimo	V _d [KN]	11.49	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.60	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	11.80	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	11.8	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	22.80	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	41.0	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	34.6	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	52.8	
L/u _{2,inst}		534	≥ 250
L/u _{2,fin}		534	≥ 250
L/u _{net,fin}		119	≥ 200

Traverso rompitratta 13x18 L=3.80 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		13 x 18	
luce trave	L [m]	3.80	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	18.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6318	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	702	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	10.13	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	14.43	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 109% NO	
taglio massimo	V _d [KN]	5.65	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.36	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 16% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	4.20 28% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	4.2 28% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	8.20	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	14.8	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	12.4 65% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	19.0 100% OK	
L/u _{2,inst}		905	≥ 250
L/u _{2,fin}		905	≥ 250
L/u _{net,fin}		200	≥ 200

Traverso rompitratta 11x13 L=4.00 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		11 x 13	
luce trave	L [m]	4.00	
larghezza trave	B [cm]	11.0	
altezza trave	H [cm]	13.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	2014	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	310	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	6.17	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	19.91	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 151% NO	
taglio massimo	V _d [KN]	3.10	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.33	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 14% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	6.00 38% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	6.0 38% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	11.90	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	21.4	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	17.9 90% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	27.4 137% NO	
L/u _{2,inst}		667	≥ 250
L/u _{2,fin}		667	≥ 250
L/u _{net,fin}		146	≥ 200

Traverso rompitratta 14x18 L=5.80 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		14 x 18	
luce trave	L [m]	5.80	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	18.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6804	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	756	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	6.52	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	8.62	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 65% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	5.38	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.32	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 14% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	3.90 17% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	3.9 17% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	8.70	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	15.7	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	12.6 43% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	19.6 67% OK	
L/u _{2,inst}		1487	≥ 250
L/u _{2,fin}		1487	≥ 250
L/u _{net,fin}		297	≥ 200

Traverso rompitratta 17x19 L=5.20 m

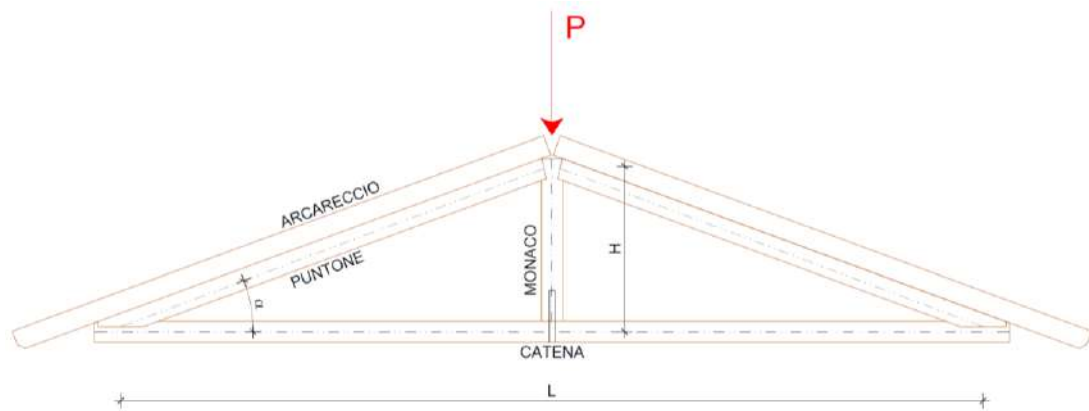
PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		17 x 19	
luce trave	L [m]	5.20	
larghezza trave	B [cm]	17.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	9717	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1023	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	21.03	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	20.56	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 156% NO	
taglio massimo	V _d [KN]	8.98	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.42	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 18% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	9.70 47% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	9.7 47% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	18.70	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	33.7	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	28.4 109% NO	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	43.4 167% NO	
L/u _{2,inst}		536	≥ 250
L/u _{2,fin}		536	≥ 250
L/u _{net,fin}		120	≥ 200

Traverso rompitratta 17x19 L=4.90 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		17 x 19	
luce trave	L [m]	4.90	
larghezza trave	B [cm]	17.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	9717	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1023	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	16.53	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	16.16	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	122% NO
taglio massimo	V_d [kN]	6.79	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.32	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	14% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	9.30	47% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	9.3	47% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	18.20	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	32.8	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	27.5	112% NO
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	42.1	172% NO
$L/u_{2,inst}$		527	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		527	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		117	≥ 200

Le verifiche di resistenza e/o deformabilità agli SLU / SLE per molti elementi primari NON risultano soddisfatte.

Inoltre, alcuni elementi le cui verifiche risultano soddisfatte, si trovano in condizioni di degrado e verranno comunque sostituiti.

Capriata piccola L=7.00 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIRATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	7.00	m
Altezza capriata	H	1.32	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	20.66	°
Carico SLU	P	23.31	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	33.03	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	30.90341	kN

Verifica PUNZONE a compressione semplice

Base puntone	b	14	cm
Altezza puntone	h	17	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	3.80	m

Verifica: 0.36 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

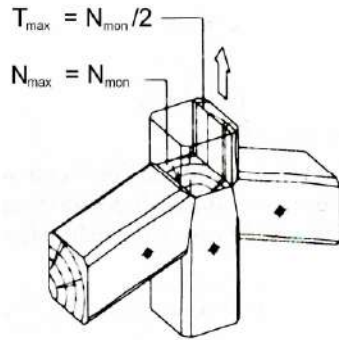
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	19	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 1.07 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 20.66 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.49 MPa ≤ 6.27 MPa

OK

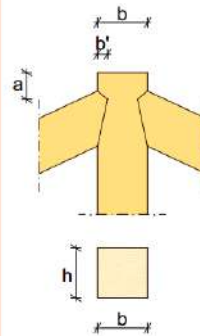
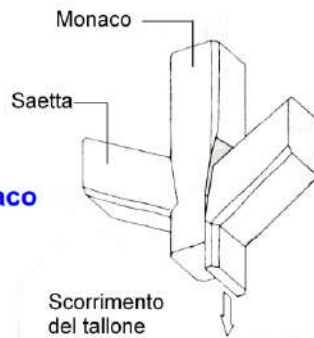
Verifica MONACO**Verifica di scorrimento del tallone**

$$T_{max} = N_{mon} / 2$$

$$\tau_{max} = \frac{N_{mon} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{max} = \frac{N_{mon}}{h \cdot (b - 2b')}$$



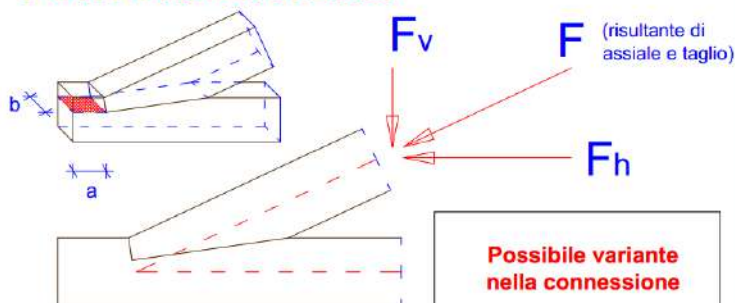
Base monaco	b	17	cm		
Altezza monaco	h	14	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.25 cm

Verifica di scorrimento del tallone:

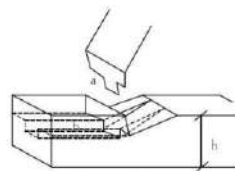
Tensione di scorrimento τ_d 0.83 MPa ≤ 1.44 MPaVerifica di trazione del monaco $\sigma_{t,0,d}$ 2.38 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

OK

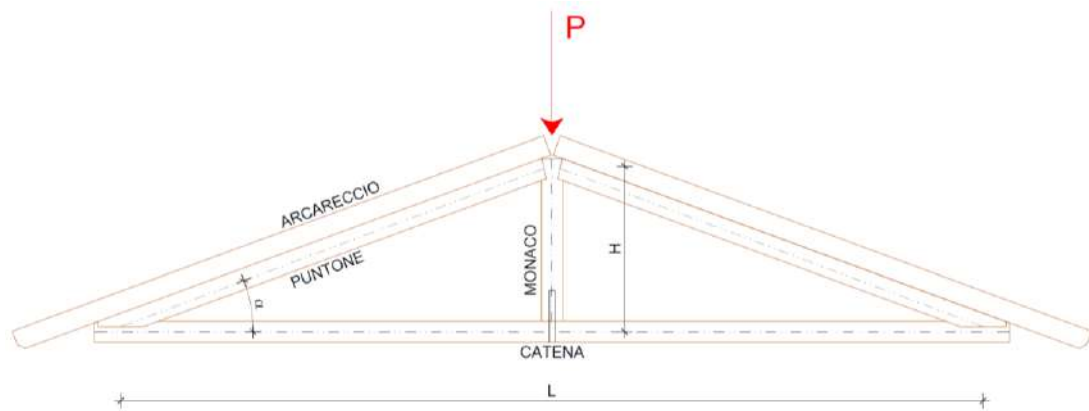
Verifica del NODO PUNTONE-CATENA**VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA****Verifica di scorrimento del tallone**

$$\tau_{max} = F_h / (a \cdot b)$$

Possibile variante nella connessione

Unione a dente cuneiforme
b, zona interessata dallo sforzo
a, profondità $1/5 \div 1/6 \times h$.

	a	20	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	0.91 MPa	≤	1.44 MPa	OK

Capriata centrale 1 (sx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIRATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	60.39	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	84.17	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	78.56292	kN

Verifica PUNTONE a compressione semplice

Base puntone	b	18	cm
Altezza puntone	h	22	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	4.20	m

Verifica: 0.42 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

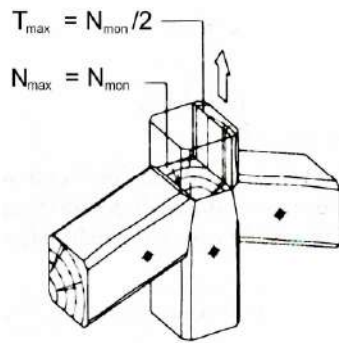
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	19	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 2.10 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 21.02 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.76 MPa ≤ 6.17 MPa

OK

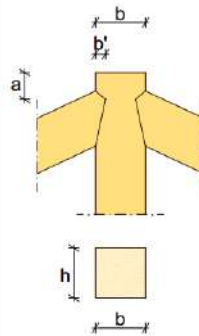
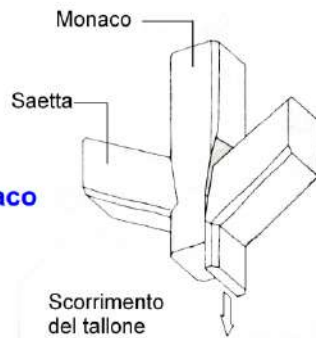
Verifica MONACO

Verifica di scorrimento del tallone

$$T_{max} = N_{mon} / 2$$

$$\tau_{max} = \frac{N_{mon} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{max} = \frac{N_{mon}}{h \cdot (b - 2b')}$$



Base monaco	b	19	cm		
Altezza monaco	h	25	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.75 cm

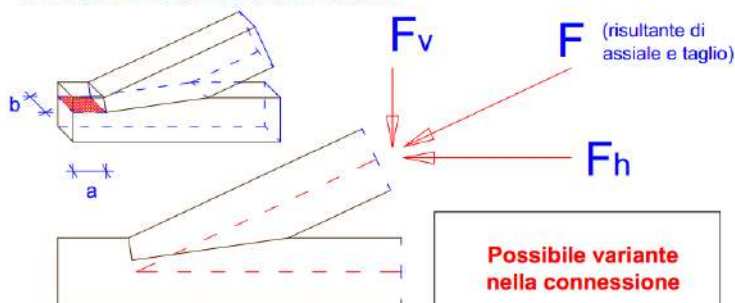
Verifica di scorrimento del tallone:

Tensione di scorrimento τ_d 1.21 MPa ≤ 1.44 MPa

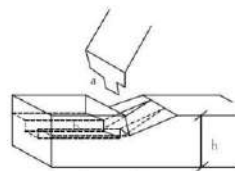
Verifica di trazione del monaco $\sigma_{t,0,d}$ 2.68 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

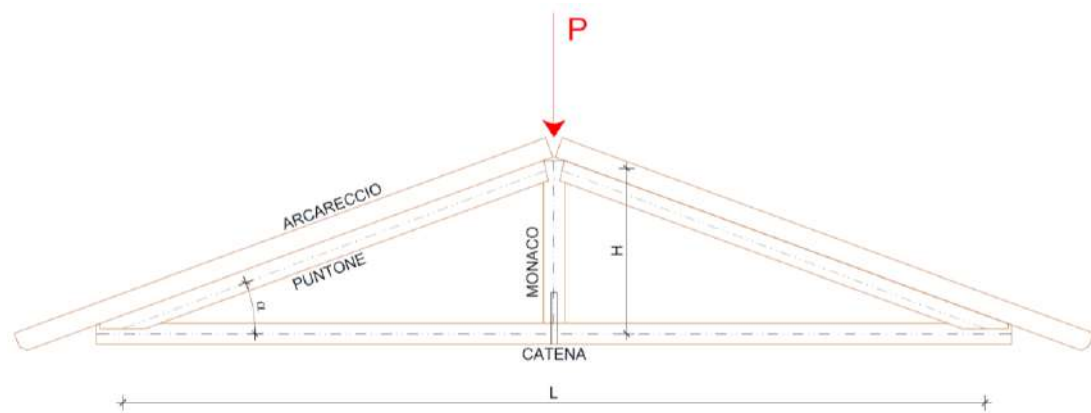
OK

Verifica del NODO PUNTONE-CATENA
VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA

Verifica di scorrimento del tallone

$$\tau_{max} = F_h / (a \cdot b)$$

Possibile variante nella connessione

Unione a dente cuneiforme
b, zona interessata dallo sforzo
a, profondità $1/5 \div 1/6 \times h$

	a	25	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	1.85 MPa	≤	1.44 MPa	NO

Capriata centrale 2 (sx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	65.10	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	90.73	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	84.69028	kN

Verifica PUNTO a compressione semplice

Base puntone	b	16	cm
Altezza puntone	h	23	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	4.20	m

Verifica: 0.59 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

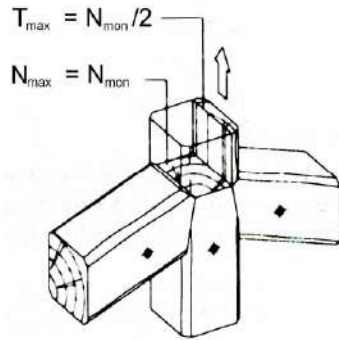
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	21	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 2.17 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 21.02 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.88 MPa ≤ 6.17 MPa

OK

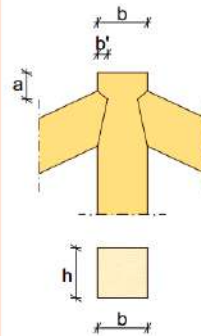
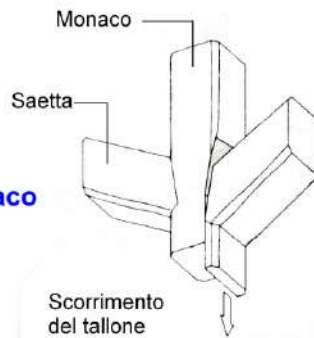
Verifica MONACO**Verifica di scorrimento del tallone**

$$T_{\max} = N_{\text{mon}} / 2$$

$$\tau_{\max} = \frac{N_{\text{mon}} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\text{mon}}}{h \cdot (b - 2b')}$$



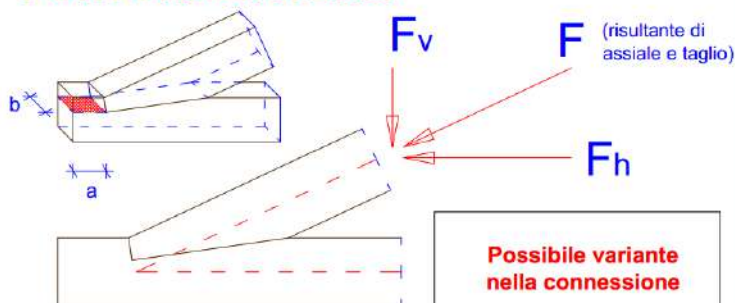
Base monaco	b	19	cm		
Altezza monaco	h	25	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.75 cm

Verifica di scorrimento del tallone:

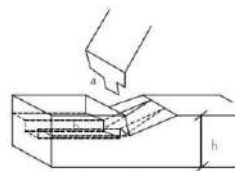
Tensione di scorrimento τ_d 1.30 MPa ≤ 1.44 MPaVerifica di trazione del monaco $\sigma_{t,0,d}$ 2.89 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

OK

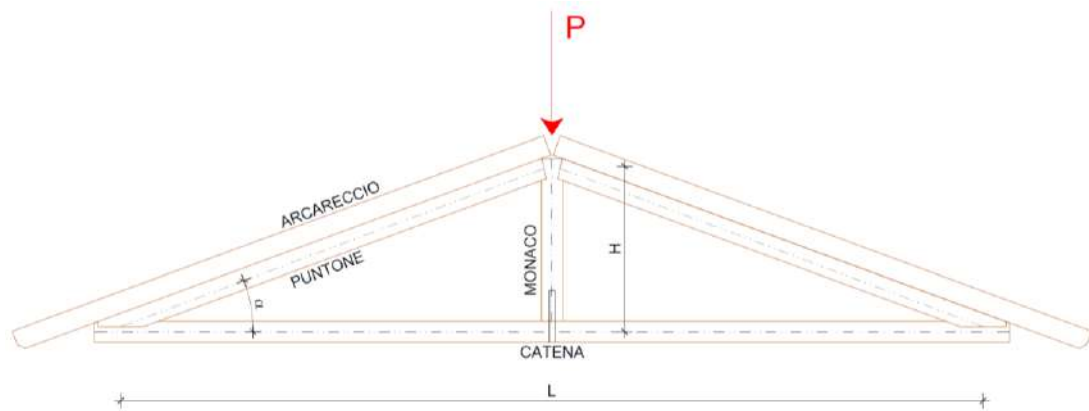
Verifica del NODO PUNTONE-CATENA**VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA****Verifica di scorrimento del tallone**

$$\tau_{\max} = F_h / (a \cdot b)$$

Possibile variante nella connessione

Unione a dente cuneiforme
b, zona interessata dallo sforzo
a, profondità $1/5 \div 1/6 \times h$

	a	25	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	1.99 MPa	≤	1.44 MPa	NO

Capriata centrale 3 (dx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	64.52	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	89.92	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	83.93574	kN

Verifica PUNTO a compressione semplice

Base puntone	b	19	cm
Altezza puntone	h	21	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	4.20	m

Verifica: 0.41 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

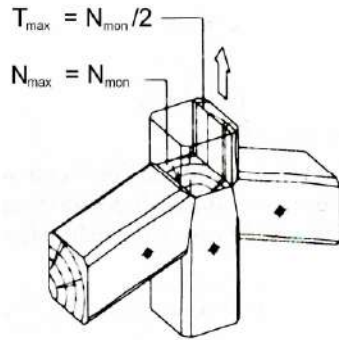
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	19	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 2.35 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 21.02 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.81 MPa ≤ 6.17 MPa

OK

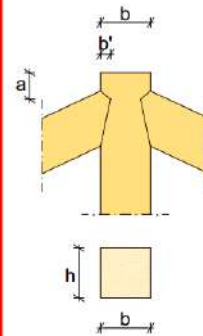
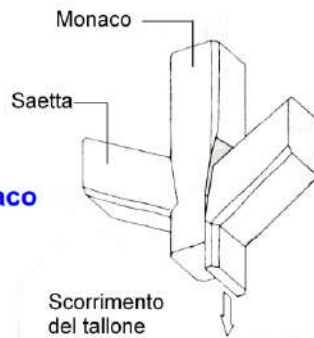
Verifica MONACO

Verifica di scorrimento del tallone

$$T_{max} = N_{mon} / 2$$

$$\tau_{max} = \frac{N_{mon} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{max} = \frac{N_{mon}}{h \cdot (b - 2b')}$$



Base monaco	b	19	cm		
Altezza monaco	h	23	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.75 cm

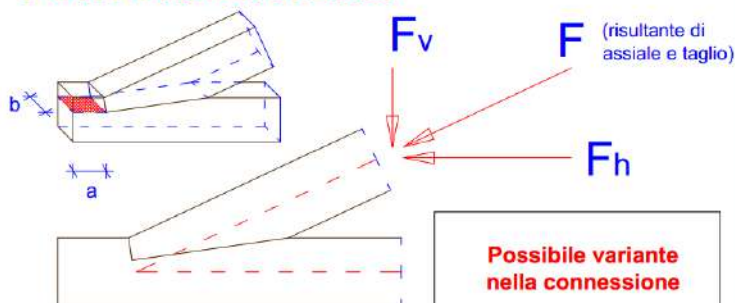
Verifica di scorrimento del tallone:

Tensione di scorrimento τ_d 1.40 MPa ≤ 1.44 MPa

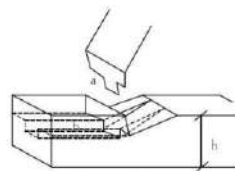
Verifica di trazione del monaco $\sigma_{t,0,d}$ 3.12 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

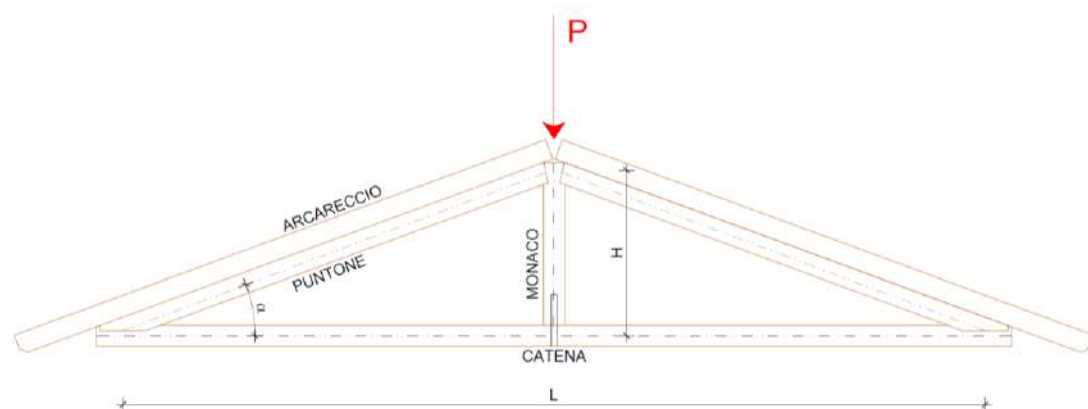
OK

Verifica del NODO PUNTONE-CATENA
VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA

Verifica di scorrimento del tallone

$$\tau_{max} = F_h / (a \cdot b)$$

Possibile variante nella connessione

Unione a dente cuneiforme
b, zona interessata dallo sforzo
a, profondità $1/5 \div 1/6 \times h$

	a	25	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	1.97 MPa	≤	1.44 MPa	NO

Capriata centrale 4 (dx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIRATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	60.24	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	83.96	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	78.36778	kN

Verifica PUNZONE a compressione semplice

Base puntone	b	18	cm
Altezza puntone	h	22	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	4.20	m

Verifica: 0.42 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

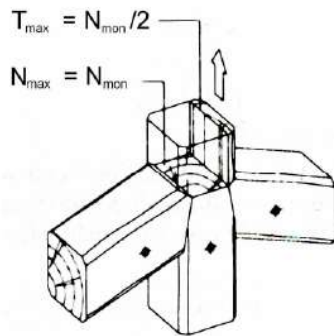
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	22	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 2.10 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 21.02 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.76 MPa ≤ 6.17 MPa

OK

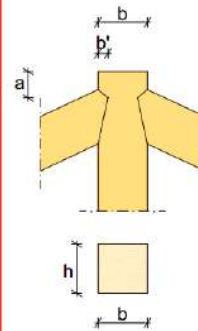
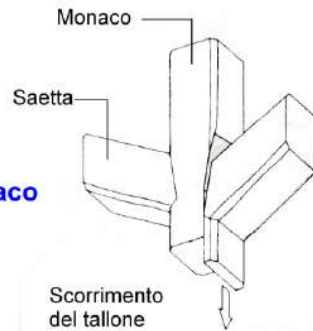
Verifica MONACO**Verifica di scorrimento del tallone**

$$T_{\max} = N_{\text{mon}} / 2$$

$$\tau_{\max} = \frac{N_{\text{mon}} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\text{mon}}}{h \cdot (b - 2b')}$$

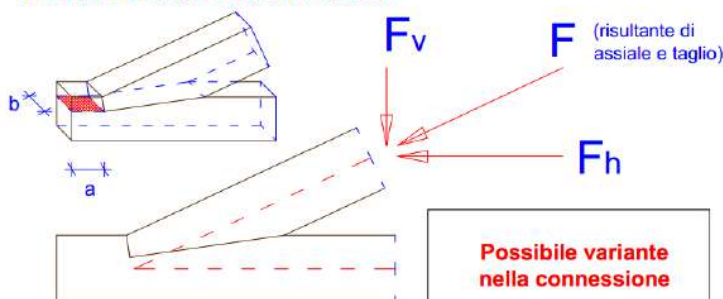


Base monaco	b	18	cm		
Altezza monaco	h	22	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.50 cm

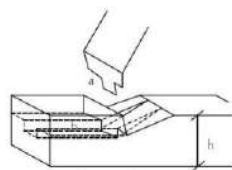
Verifica di scorrimento del tallone:

Tensione di scorrimento	τ_d	1.37 MPa	≤	1.44 MPa	OK
-------------------------	----------	----------	---	----------	----

Verifica di trazione del monaco	$\sigma_{t,0,d}$	3.42 MPa	≤	7.80 MPa	OK
---------------------------------	------------------	----------	---	----------	----

Verifica del NODO PUNTONE-CATENA**VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA****Verifica di scorrimento del tallone**

$$\tau_{\max} = F_h / (a \cdot b)$$

Possibile variante nella connessione

Unione a dente cuneiforme
b, zona interessata dallo sforzo;
a, profondità 1/5 ÷ 1/6 x l.

	a	25	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	1.84 MPa	≤	1.44 MPa	NO

Le verifiche di resistenza agli SLU delle capriate risultano sostanzialmente soddisfatte, a meno della verifica dello "scalzamento del tacco", eseguita a favore di sicurezza trascurando diversi contributi favorevoli.

4.3.1.2. SOLAIO DI COPERTURA – RIASSUNTO RISULTATI STATO DI FATTO

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con i risultati delle verifiche svolte in condizioni esistenti allo stato di fatto.

Il coefficiente di sicurezza ζ è pari al rapporto fra la "sollecitazione agente" (momento e/o taglio) e la "resistenza dell'elemento". L'elemento strutturale è verificato se il $\zeta \geq 1$.

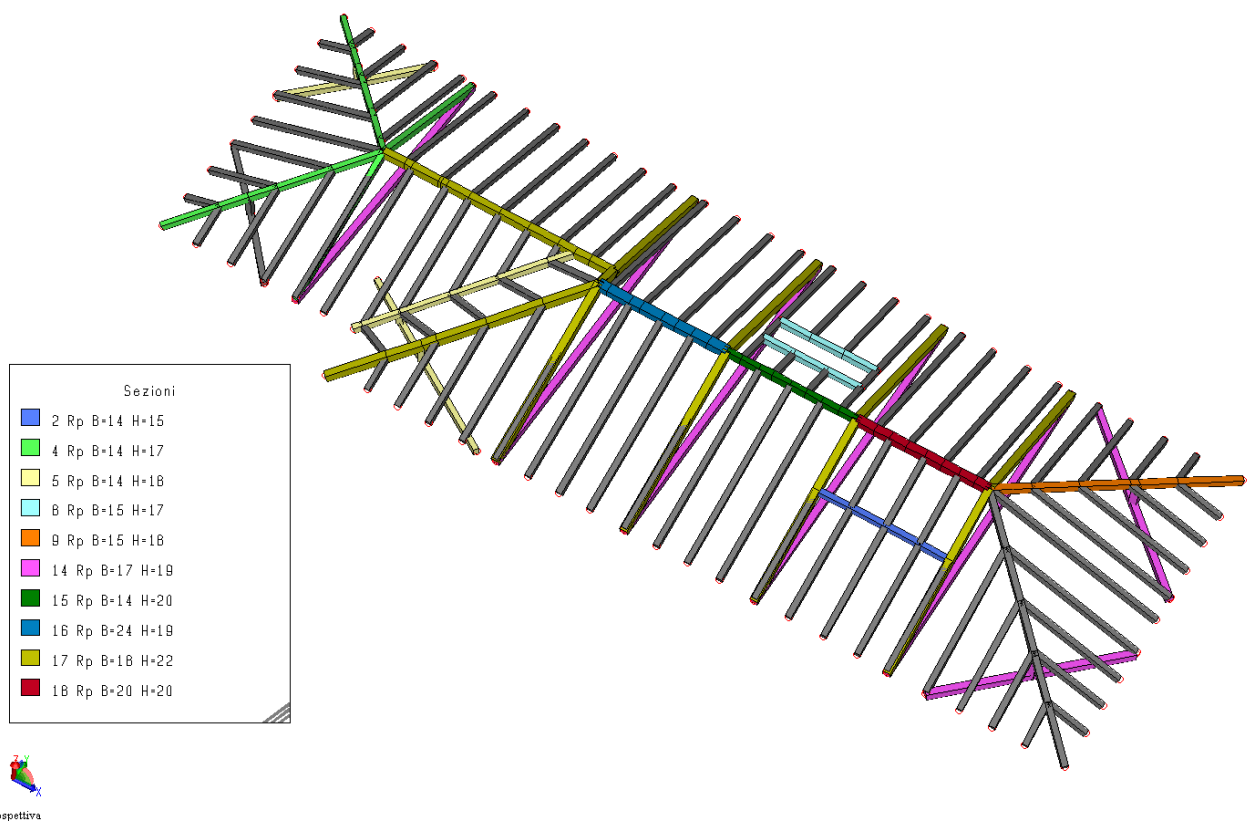
Elemento		Stato di fatto	
		SLU	SLE
		ζ_{SLU}	ζ_{SLE}
TRAVETTI	15x16 L=4,30m i=0,87	0.99	0.67
	13x15 L=4,30m i=0,85	0.78	0.49
	14x16 L=4,30m i=0,88	0.91	0.62
	14x19 L=4,30m i=0,85	1.32	1.05
	14x16 L=4,30m i=0,90	0.89	0.61
	13x19 L=4,30m i=1,68 camino	0.64	0.52
	13x15 L=3,60m i=0,85	1.11	0.84
	15x17 L=3,60m i=0,85	1.61	1.39
	14x17 L=3,70m i=0,89	1.37	1.15
	14x14 L=4,15m i=0,94	0.71	0.43
	16x14 L=3,40m i=0,90	1.25	0.93
COLMI	19x20 L=3,30m i=2,15	1.30	1.41
	14x16 L=3,30m i=2,15	0.62	0.54
	14x20 L=3,35m i=3,00	0.67	0.72
	24x19 L=3,30m i=4,30	0.75	0.78
	18x22 L=4,55m i=3,25-1,80	0.81	1.20
BORDONALI	14x17 L=5,40m	1.09	0.93
	14x17 L=5,40m	0.99	0.76
	14x18 L=5,30m	2.27	1.02
	17x22 L=6,50m	1.85	1.30
	14x14 L=6,30m	0.54	0.45
	15x19 L=6,30m	0.92	0.60
TRAVERSO ROMPIRATTA	13x18 L=3,80m	0.92	1.00
	11x13 L=4,00m	0.66	0.73
	14x18 L=5,80m	1.54	1.49
	17x19 L=5,20m	0.64	0.60
	17x19 L=4,90m	0.82	0.58

CAPRIATE	Stato di fatto	
	ζ_{SLU}	ζ_{SLU}
	ELEM.	TACCO
CAPRIATA PICCOLA	2.78	1.58
CAPRIATA 1	2.38	0.78
CAPRIATA 2	1.69	0.72
CAPRIATA 3	2.44	0.73
CAPRIATA 4	2.38	0.78

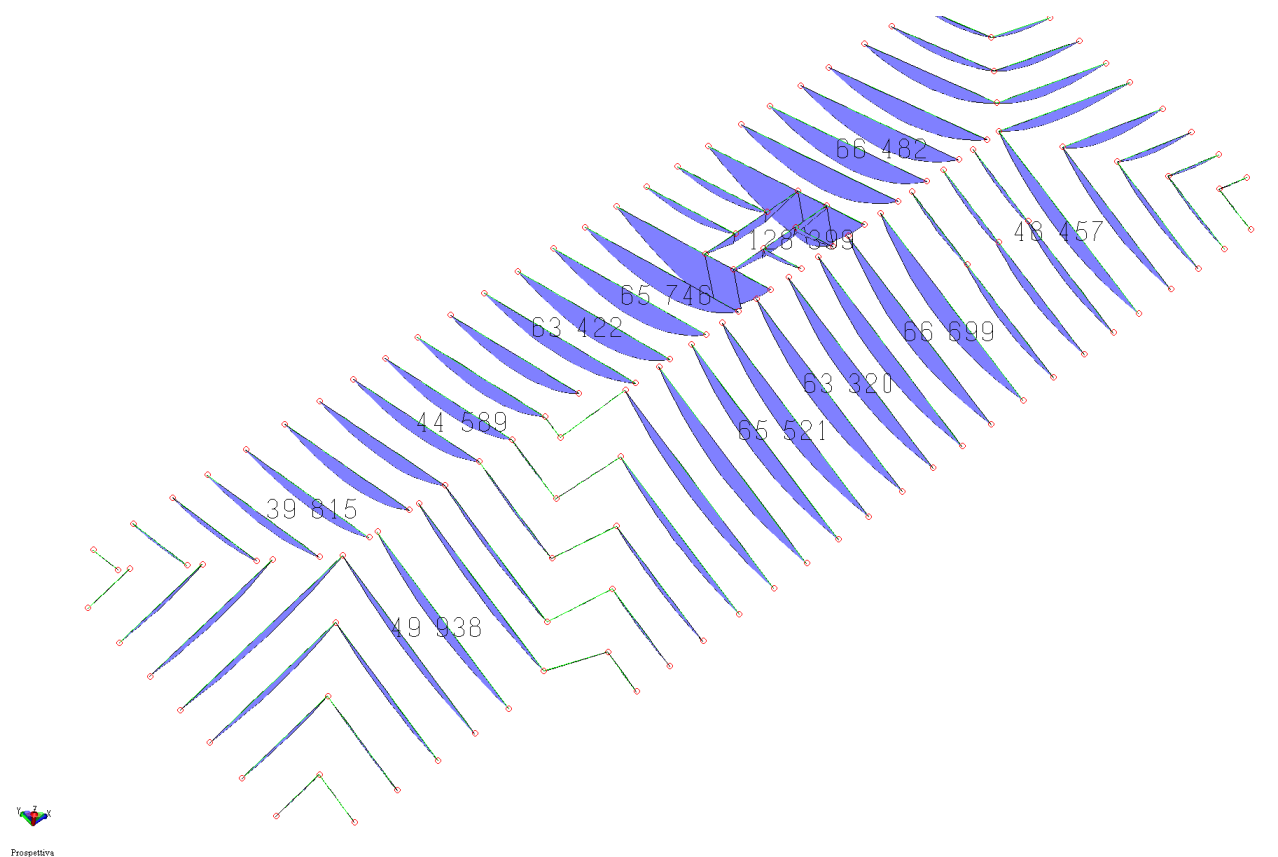
4.3.1.3. SOLAIO DI COPERTURA – PROGETTO con RIDUZIONE CARICHI

Si prevede una netta riduzione dei carichi permanenti portati, attraverso la rimozione del pacchetto di copertura esistente (listelli, tavelle piene e coppi in malta) e posa in opera di un nuovo pacchetto leggero composto da doppio tavolato, guaina impermeabilizzante e nuovi coppi posti in opera con schiuma poliuretanica.

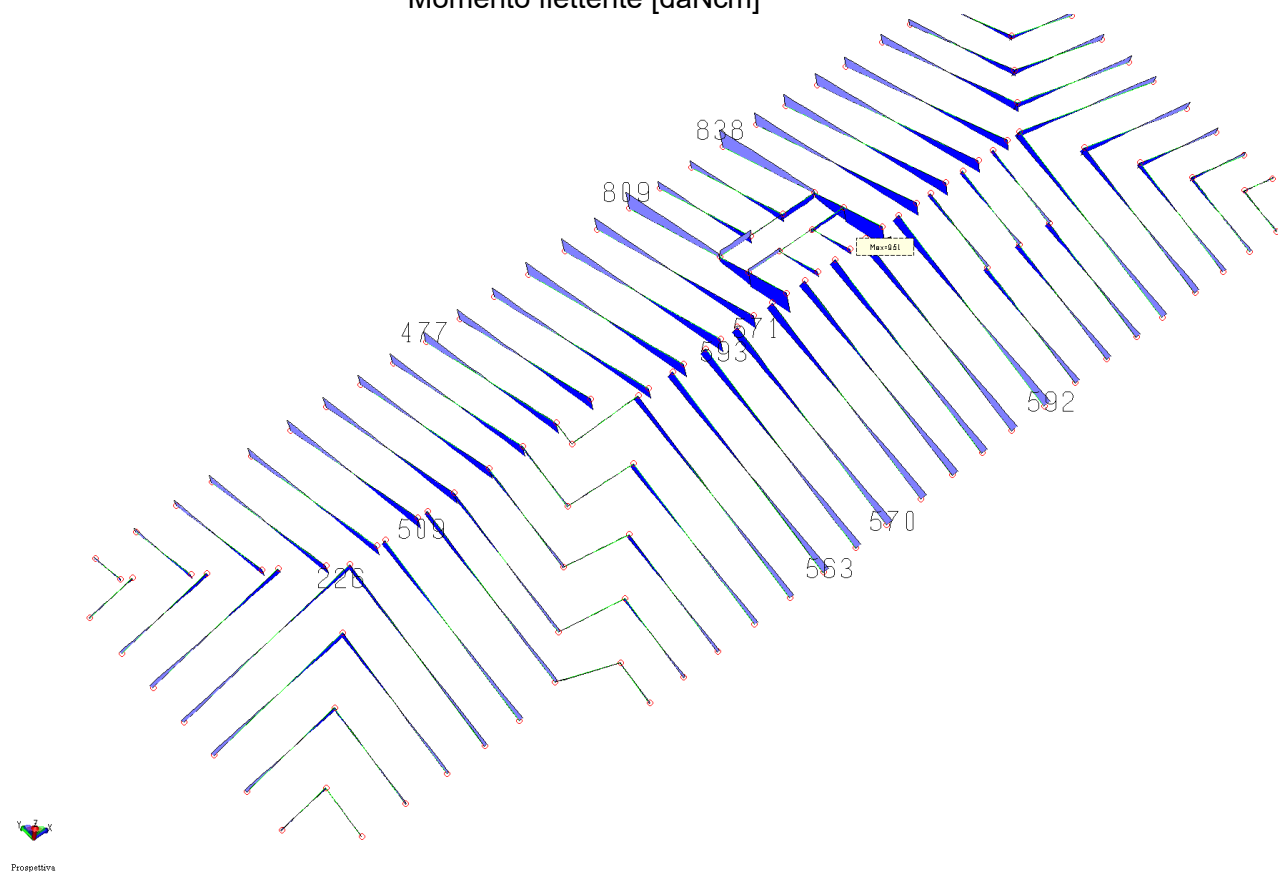
Di seguito si riportano le verifiche degli elementi del solaio di copertura maggiormente sollecitate soggetti ai carichi di progetto. Le sollecitazioni sono calcolate in modo diretto e/o desunte dall'analisi strutturale agli elementi finiti, in quanto alcuni elementi presentano schemi statici non semplici.



Sollecitazioni nei travetti di falda con carichi di progetto



Momento flettente [daNcm]



Taglio [daN]

Travetti 15x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA			
TRAVETTI COPERTURA		15 x 16			
luce trave	L [m]	4.30			
Schema statico		APPOGGIO			
larghezza trave	B [cm]	15.0			
altezza trave	H [cm]	16.0			
classe di servizio	CS	2			
classe di durata del carico	CD	BREVE			
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90			
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80			
Caratteristiche legno					
tipologia di legno		MASSICCIO			
classe del legno	C	22			
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22			
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8			
moduli elastici legno	E [MPa]	10000			
	E _{0.05} [MPa]	6700			
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50			
Parametri di calcolo sezione					
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5120			
modulo resist. sez.	W [cm ³]	640			
Analisi dei carichi					
Carichi lineari	valore [kN/m ²]	i _{max} [m]	i _{min} [m]	Ψ ₂ [-]	γ _{G,Q} [-]
permanenti					
g _{k,PP}	0.8	0.15	0.15		1.30
g _{k,1}	0.25	0.87	0.87		1.50
g _{k,2}	0.70	0.87	0.87		1.50
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]	[-]	[-]
q _{k,1}	1.10	0.87	0.87	0.00	1.50
Carichi concentrati	valore [kN]	a [m]			
permanenti					
G _{k1}	0.00	0.00	1.50	G _{d1}	0.00
G _{k2}	0.00	0.00	1.50	G _{d2}	0.00
variabili					
Q _{k1}	0.00	0.00	1.50	Q _{d1}	0.00
Q _{k2}	0.00	0.00	1.50	Q _{d2}	0.00
Carichi agenti sulla trave - SLE					
Carichi [kN/m]					
Carichi agenti sulla trave - SLU					
Carichi [kN/m]					
Sollecitazioni - SLU					
Verifiche di resistenza (S.L.U.)					
mom. flettente massimo	M _d [kNm]	6.54			
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	10.22			
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20			
taglio massimo	V _d [kN]	6.09			
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.38			
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28			
Reazioni vincolari (S.L.E.)					
	R _k	SX	DX		
		[kN]	[kN]		
	R _{g,Gk}	2.03	2.03		
	R _{g,Qk}	2.06	2.06		
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)					
posizione della trave					
COPERTURA					
Deformata - SLE					
freccia istantanea (car. var.)					
	u _{2,inst} [mm]	8.3			
freccia finale (car. var.)					
	u _{2,fin} [mm]	8.3			
freccia finale (car. perm.)					
	u _{1,fin} [mm]	14.8			
freccia totale finale					
	u _{net,fin} [mm]	23.1			
L/u _{2,inst}		517	≥	300	OK
L/u _{2,fin}		517	≥	250	OK
L/u _{net,fin}		186	≥	200	NO

Travetti 13x15 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		13 x 15	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	15.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	3656	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	488	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.75	0.13	0.13
$G_{k,1}$	0.25	0.85	0.85
$G_{k,2}$	0.70	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	6.33	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	12.99	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	98% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.89	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.45	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	20% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	1.95	1.95
	$R_{q,Qk}$	2.01	2.01
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
Ascissa [m]			
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	11.4	79% OK	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	11.4	66% OK	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	19.8		
freccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	31.2	145% NO	
$L/u_{2,inst}$	378	≥	300
$L/u_{2,fin}$	378	≥	250
$L/u_{net,fin}$	138	≥	200

Travetti 14x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 16	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	4779
momento inerzia sez.		W [cm ³]	597
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.14	0.14
$G_{k,1}$	0.25	0.88	0.88
$G_{k,2}$	0.70	0.88	0.88
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.88	0.88
Carichi concentrati	valore	a	$Y_{G,0}$
permanenti	[kN]	[m]	valore
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni - SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	6.59	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	11.03	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	84% OK
taglio massimo	V_d [kN]	6.13	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.41	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	18% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	2.04	2.04
	$R_{q,Qk}$	2.08	2.08
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	9.0	63% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	9.0	52% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	15.9	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	24.9	116% NO
$L/u_{2,inst}$		477	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		477	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		173	≥ 200

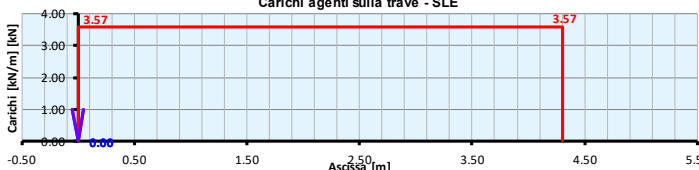
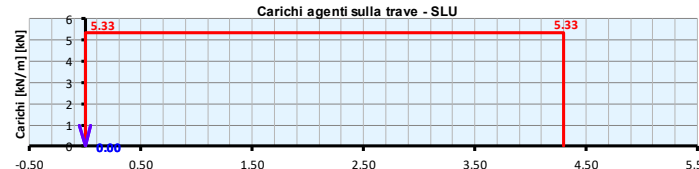
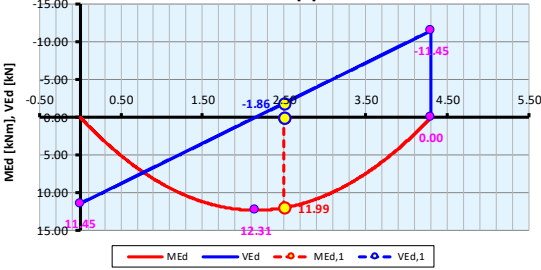
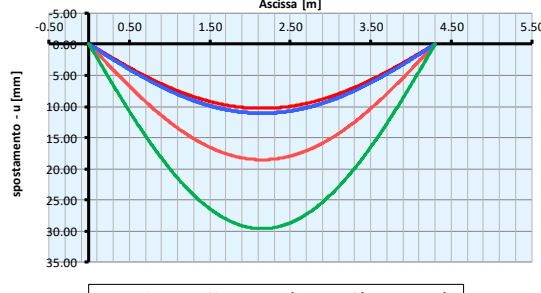
Travetti 14x19 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 19	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	8002
momento inerzia sez.		W [cm ³]	842
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore [kN/m ²]	i_{max} [m]	i_{min} [m]
permanenti			
$g_{k,PP}$	0.95	0.14	0.14
$g_{k,1}$	0.25	0.85	0.85
$g_{k,2}$	0.70	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore [kN]	a [m]	$\gamma_{G,Q}$
permanenti			
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	1.88		1.88
	0.00		0.00
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	2.79		2.79
	0.00		0.00
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]			
	-0.97	2.55	-5.99
	6.44	6.27	0.00
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	6.44	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	7.65	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	58% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.99	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.34	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	15% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	2.02	2.02
	$R_{q,Qk}$	2.01	2.01
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u1 fin	u2 fin
	u net fin		
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	5.2	36% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	5.2	30% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	9.4	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	14.6	68% OK
$L/u_{2,inst}$		827	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		827	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		294	≥ 200

Travetti 14x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 16	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	4779
momento inerzia sez.		W [cm ³]	597
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.14	0.14
$G_{k,1}$	0.25	0.90	0.90
$G_{k,2}$	0.70	0.90	0.90
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.90	0.90
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni - SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	6.73	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	11.27	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	85% OK
taglio massimo	V_d [kN]	6.26	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.42	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	18% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	2.08	2.08
	$R_{q,Qk}$	2.13	2.13
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	9.2	64% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	9.2	54% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	16.2	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	25.4	118% NO
$L/u_{2,inst}$		466	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		466	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		169	≥ 200

Travetti 13x19 L=4.30 m (zona camino)

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		13 x 19	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	7431
momento inerzia sez.		W [cm ³]	782
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore [kN/m ²]	i_{max} [m]	i_{min} [m]
permanenti			
$G_{k,PP}$	0.95	0.13	0.13
$G_{k,1}$	0.25	1.68	1.68
$G_{k,2}$	0.70	1.68	1.68
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	1.68	1.68
Carichi concentrati	valore [kN]	a [m]	$\gamma_{G,Q}$
permanenti			
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
			
Sollecitazioni - SLU			
			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	12.31	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	15.74	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	119% NO
taglio massimo	V_d [kN]	11.45	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.70	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	31% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	3.70	3.70
	$R_{q,Qk}$	3.97	3.97
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	11.1	77% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	11.1	64% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	18.5	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	29.6	138% NO
$L/u_{2,inst}$		388	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		388	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		145	≥ 200

Travetti 13x15 L=3.60 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		13 x 15	
luce trave	L [m]	3.60	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	15.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		C	22
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	3656	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	488	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.75	0.13	0.13
$G_{k,1}$	0.25	0.85	0.85
$G_{k,2}$	0.70	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	4.44	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	9.11	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	69% OK
taglio massimo	V_d [kN]	4.93	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.38	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	17% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	1.63	1.63
	$R_{q,Qk}$	1.68	1.68
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
Ascissa [m]			
spostamento - u [mm]			
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	5.6	47% OK	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	5.6	39% OK	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	9.7		
freccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	15.3	85% OK	
$L/u_{2,inst}$	644	≥	300
$L/u_{2,fin}$	644	≥	250
$L/u_{net,fin}$	235	≥	200

Travetti 15x17L=3.60 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		15 x 17	
luce trave	L [m]	3.60	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6141	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	723	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.85	0.15	0.15
$g_{k,1}$	0.25	0.85	0.85
$g_{k,2}$	0.70	0.85	0.85
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	0.85	0.85
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	[-]
$G_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$G_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
variabili			
$Q_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$Q_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	4.50	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	6.23	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	47% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.00	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.29	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	13% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{p,gk}$	1.68	1.68
	$R_{q,ok}$	1.68	1.68
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
1.87	0.00	1.87	3.60
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
2.78	0.00	2.78	3.60
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]	Ascissa [m]		
-1.94	2.50	5.99	3.50
4.50	1.80	3.82	2.50
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]	Ascissa [m]		
3.3	0.00	3.3	3.60
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	3.3	28% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	3.3	23% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	6.0	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	9.3	52% OK
$L/u_{2,inst}$		1081	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		1081	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		386	≥ 200

Travetti 14x17 L=3.60 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 17	
luce trave	L [m]	3.70	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5732	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	674	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.85	0.14	0.14
$g_{k,1}$	0.25	0.89	0.89
$g_{k,2}$	0.70	0.89	0.89
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	0.89	0.89
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	[-]
$G_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$G_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
variabili			
$Q_{k,1}$	0.00	0.00	1.50
$Q_{k,2}$	0.00	0.00	1.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	4.95	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	7.34	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	56% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.35	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.34	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	15% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
	$R_{p,gk}$	1.78	1.78
	$R_{q,qk}$	1.81	1.81
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
1.94	0.00		
0.00	0.00		
1.94	3.60		
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
2.89	0.00		
0.00	0.00		
2.89	3.60		
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]	Ascissa [m]		
0.00	0.00		
4.2	0.00		
4.2	3.60		
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	4.2	34% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	4.2	28% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	7.4	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	11.6	62% OK
$L/u_{2,inst}$		888	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		888	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		320	≥ 200

Travetti 14x14 L=4.15 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		14 x 14	
luce trave	L [m]	4.15	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	14.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	3201	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	457	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.7	0.14	0.14
$g_{k,1}$	0.25	0.94	0.94
$g_{k,2}$	0.70	0.94	0.94
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	0.94	0.94
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	6.50	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	14.21	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	108% NO
taglio massimo	V_d [kN]	6.26	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.48	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	21% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{g,Qk}$	2.06	2.06
	$R_{g,Qk}$	2.15	2.15
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
Ascissa [m]			
spostamento - u [mm]			
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	12.5	90% OK	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	12.5	75% OK	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	21.5		
freccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	34.0	164% NO	
$L/u_{2,inst}$	333	≥	300
$L/u_{2,fin}$	333	≥	250
$L/u_{net,fin}$	122	≥	200

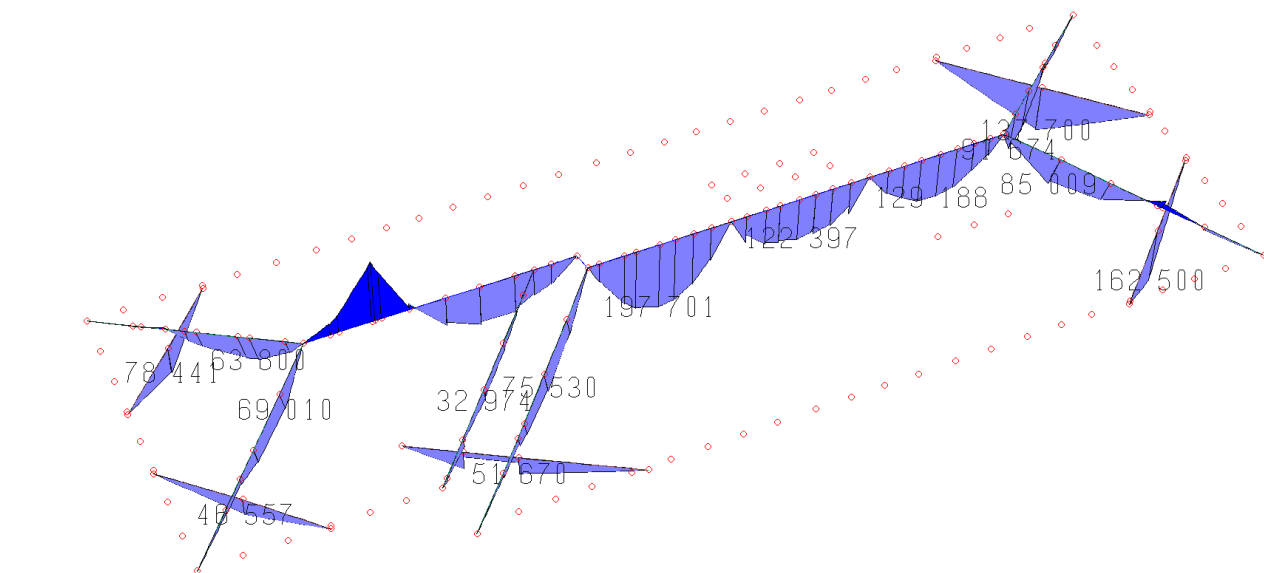
Travetti 16x14 L=3.40 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		16 x 14	
luce trave	L [m]	3.40	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	14.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	3659
momento inerzia sez.		W [cm ³]	523
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore [kN/m ²]	i_{max} [m]	i_{min} [m]
permanenti			
$G_{k,PP}$	0.7	0.16	0.16
$G_{k,1}$	0.25	0.90	0.90
$G_{k,2}$	0.70	0.90	0.90
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.90	0.90
Carichi concentrati	valore [kN]	a [m]	$Y_{G,0}$
permanenti			
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni - SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	4.21	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	8.05	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	61% OK
taglio massimo	V_d [kN]	4.95	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.33	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	15% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
	$R_{q,Gk}$	1.64	1.64
	$R_{q,Qk}$	1.68	1.68
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	4.7	42% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	4.7	35% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	8.3	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	13.0	76% OK
$L/u_{2,inst}$		722	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		722	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		262	≥ 200

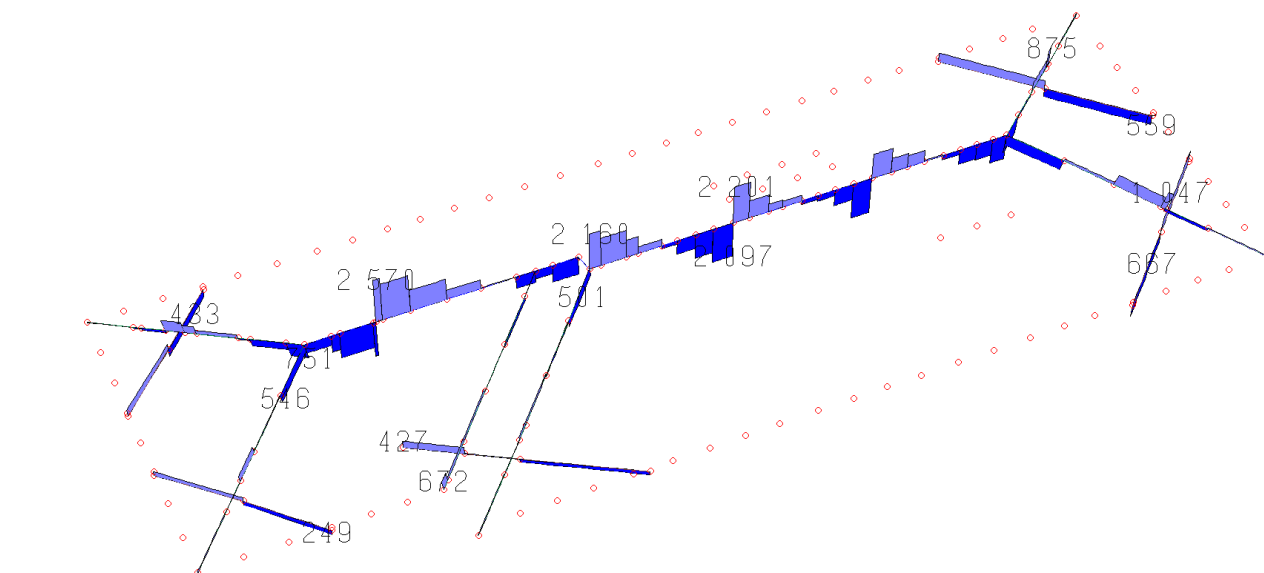
Le verifiche di resistenza agli SLU risultano sostanzialmente soddisfatte, ad eccezione di qualche elemento eccessivamente snello (sottodimensionato).

Le verifiche di deformabilità agli SLE NON risultano in generale soddisfatte.

Sollecitazioni negli elementi primari con carichi di progetto



Momento flettente [daNcm]



Taglio [daN]

Colmo 19x20 L=3.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		19 x 20	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	19.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	12667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1267	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	1	0.19	0.19
$g_{k,1}$	0.40	2.15	2.15
$g_{k,2}$	0.70	2.15	2.15
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	2.15	2.15
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	4.92		4.92
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	7.34		7.34
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	9.99	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	7.89	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	60% OK
taglio massimo	V_d [kN]	12.11	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.48	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	21% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	4.22	4.22
	$R_{q,Qk}$	3.90	3.90
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist	u2 ist	u1 fin
	u2 fin	u net fin	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,ist}$ [mm]	2.9	26% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	2.9	22% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	5.6	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	8.5	51% OK
$L/u_{2,ist}$		1145	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		1145	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		389	≥ 200

Colmo 14x20 L=3.35m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		14 x 20	
luce trave	L [m]	3.35	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	9333
momento inerzia sez.		W [cm ³]	933
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore [kN/m ²]	i_{max} [m]	i_{min} [m]
permanenti			
$g_{k,PP}$	1	0.14	0.14
$g_{k,1}$	0.40	3.00	3.00
$g_{k,2}$	0.70	3.00	3.00
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	3.00	3.00
Carichi concentrati	valore [kN]	a [m]	$\gamma_{G,Q}$
permanenti			
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Sollecitazioni- SLU			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	14.14	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	15.15	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	115% NO
taglio massimo	V_d [kN]	16.89	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.90	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	40% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	5.76	5.76
	$R_{q,Qk}$	5.53	5.53
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
Deformata - SLE			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	5.8	52% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	5.8	43% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	10.9	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	16.7	100% OK
$L/u_{2,inst}$		578	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		578	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		201	≥ 200

Colmo 24x19 L=3.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		24 x 19	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	24.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0,05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	13718	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1444	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i _{max}	i _{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
g _{k,PP}	0.95	0.24	0.24
g _{k,1}	0.40	4.30	4.30
g _{k,2}	0.70	4.30	4.30
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
q _{k,1}	1.10	4.30	0.00
Carichi concentrati	valore	a	γ _{G,Q}
permanenti	[kN]	[m]	
G _{k1}	0.00	0.00	1.50
G _{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q _{k1}	0.00	0.00	1.50
Q _{k2}	0.00	0.00	1.50
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M _d [kNm]	19.72	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	13.66	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	
103%	NO		
taglio massimo	V _d [kN]	23.90	
tensione da taglio	τ _{v,d} [MPa]	0.79	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	
34%	OK		
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R _k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	R _{q,Gk}	8.18	8.18
	R _{q,Qk}	7.80	7.80
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
Deformata - SLE			
Ascissa [m]			
spostamento - u [mm]			
u1 ist u2 inst u1 fin u2 fin u net fin			
freccia istantanea (car. var.)			
u _{2,inst} [mm]			
5.3			
48%			
OK			
freccia finale (car. var.)			
u _{2,fin} [mm]			
5.3			
40%			
OK			
freccia finale (car. perm.)			
u _{1,fin} [mm]			
10.0			
fraccia totale finale			
u _{net,fin} [mm]			
15.4			
93%			
OK			
L/u _{2,inst}			
620			
≥			
300			
L/u _{2,fin}			
620			
≥			
250			
L/u _{net,fin}			
215			
≥			
200			

Colmo 18x22 L=4.55 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMO COPERTURA		18 x 22	
luce trave	L [m]	4.55	
larghezza trave	B [cm]	18.0	
altezza trave	H [cm]	22.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	15972	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1452	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	17.88	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	12.32	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 93% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	25.70	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.97	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 43% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	4.20 23% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	4.2 23% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	5.60	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	10.1	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	9.8 43% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	14.3 63% OK	
L/u _{2,inst}		1083	≥ 250
L/u _{2,fin}		1083	≥ 250
L/u _{net,fin}		319	≥ 200

Bordonale 14x17 L=5.40 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		14 x 17	
luce trave	L [m]	5.40	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5732	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	674	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	6.38	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	9.46	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	72% OK
taglio massimo	V_d [kN]	7.51	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.47	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	21% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	6.50	30% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	6.5	30% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	8.20	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	14.8	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	14.7	54% OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	21.3	79% OK
$L/u_{2,inst}$		831	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		831	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		254	≥ 200

Bordonale 14x17 L=5.40 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		14 x 17	
luce trave	L [m]	5.40	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	17.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5732	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	674	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	6.90	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	10.23	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	78% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.53	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.35	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	15% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	7.80	36% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	7.8	36% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	10.20	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	18.4	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	18.0	67% OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	26.2	97% OK
$L/u_{2,inst}$		692	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		692	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		206	≥ 200

Bordonale 14x18 L=5.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COMPLUVIO COPERTURA		14 x 18	
luce trave	L [m]	5.30	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	18.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6804	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	756	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	3.29	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	4.35	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	33% OK
taglio massimo	V_d [kN]	6.71	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.40	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	18% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	5.50	26% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	5.5	26% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	7.80	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	14.0	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	13.3	50% OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	19.5	74% OK
$L/u_{2,inst}$		964	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		964	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		271	≥ 200

Bordonale 17x22 L=6.50 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		17 x 22	
luce trave	L [m]	6.50	
larghezza trave	B [cm]	17.0	
altezza trave	H [cm]	22.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	15085	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1371	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	7.66	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	5.59	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	42% OK
taglio massimo	V _d [KN]	5.11	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.20	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	9% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	5.10	20% OK
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	5.1	20% OK
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	7.70	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	13.9	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	12.8	39% OK
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	19.0	58% OK
L/u _{2,inst}		1275	≥ 250
L/u _{2,fin}		1275	≥ 250
L/u _{net,fin}		343	≥ 200

Bordonale 14x14 L=6.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		14 x 14	
luce trave	L [m]	6.30	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	14.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	3201	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	457	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	8.49	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	18.56	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	141% NO
taglio massimo	V_d [kN]	10.48	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.80	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	35% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	16.10	64% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	16.1	64% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	19.60	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	35.3	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	35.7	113% NO
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	51.4	163% NO
$L/u_{2,inst}$		391	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		391	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		123	≥ 200

Bordonale 15x19 L=6.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		15 x 19	
luce trave	L [m]	6.30	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	8574	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	903	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	9.16	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	10.15	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 77% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	9.05	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.48	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 21% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	11.80 47% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	11.8 47% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	15.30	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	27.5	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	27.1 86% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	39.3 125% NO	
L/u _{2,inst}		534	≥ 250
L/u _{2,fin}		534	≥ 250
L/u _{net,fin}		160	≥ 200

Traverso rompitratta 13x18 L=3.80 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		13 x 18	
luce trave	L [m]	3.80	
larghezza trave	B [cm]	13.0	
altezza trave	H [cm]	18.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6318	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	702	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	7.84	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	11.17	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 85% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	4.28	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.27	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 12% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	4.20 28% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	4.2 28% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	5.60	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	10.1	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	9.8 52% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	14.3 75% OK	
L/u _{2,inst}		905	≥ 250
L/u _{2,fin}		905	≥ 250
L/u _{net,fin}		266	≥ 200

Traverso rompitratta 11x13 L=4.00 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		11 x 13	
luce trave	L [m]	4.00	
larghezza trave	B [cm]	11.0	
altezza trave	H [cm]	13.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	2014	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	310	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	4.65	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	15.01	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 114% NO	
taglio massimo	V _d [KN]	2.47	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.26	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 11% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	6.00 38% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	6.0 38% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	8.20	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	14.8	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	14.2 71% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	20.8 104% NO	
L/u _{2,inst}		667	≥ 250
L/u _{2,fin}		667	≥ 250
L/u _{net,fin}		193	≥ 200

Traverso rompitratta 14x18 L=5.80 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		14 x 18	
luce trave	L [m]	5.80	
larghezza trave	B [cm]	14.0	
altezza trave	H [cm]	18.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	6804	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	756	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	5.16	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	6.83	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 52% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	4.30	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.26	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 11% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	3.90 17% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	3.9 17% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	6.10	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	11.0	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	10.0 34% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	14.9 51% OK	
L/u _{2,inst}		1487	≥ 250
L/u _{2,fin}		1487	≥ 250
L/u _{net,fin}		390	≥ 200

Traverso rompitratta 17x19 L=5.20 m

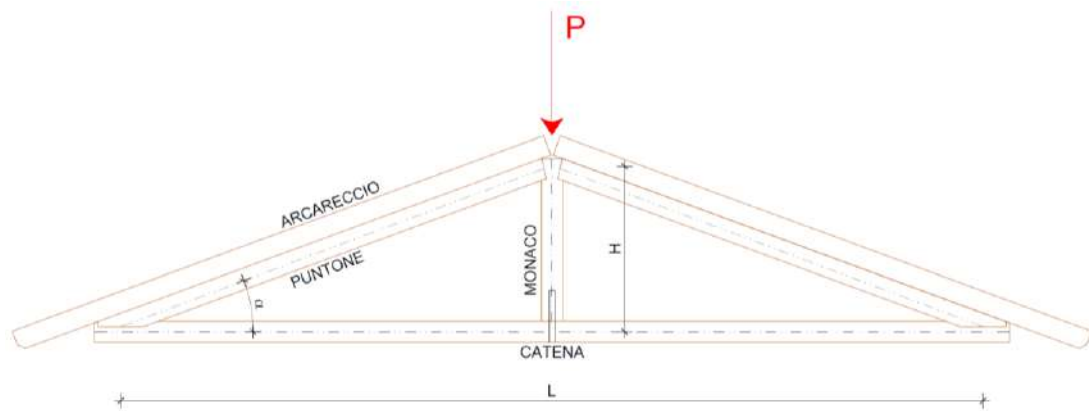
PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		17 x 19	
luce trave	L [m]	5.20	
larghezza trave	B [cm]	17.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	9717	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1023	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	16.25	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	15.89	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 120% NO	
taglio massimo	V _d [KN]	6.66	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.31	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 14% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	9.70 47% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	9.7 47% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	12.50	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	22.5	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	22.2 85% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	32.2 124% NO	
L/u _{2,inst}		536	≥ 250
L/u _{2,fin}		536	≥ 250
L/u _{net,fin}		161	≥ 200

Traverso rompitratta 17x19 L=4.90 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		17 x 19	
luce trave	L [m]	4.90	
larghezza trave	B [cm]	17.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	9717	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1023	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	13.77	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	13.46	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20 102% NO	
taglio massimo	V _d [kN]	5.60	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.26	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28 11% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	9.30 47% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	9.3 47% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	12.40	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	22.3	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	21.7 89% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	31.6 129% NO	
L/u _{2,inst}		527	≥ 250
L/u _{2,fin}		527	≥ 250
L/u _{net,fin}		155	≥ 200

Le verifiche di resistenza e/o deformabilità agli SLU / SLE per molti elementi primari NON risultano ancora soddisfatte.

Inoltre, alcuni elementi le cui verifiche risultano positive, si trovano in condizioni di degrado e verranno comunque sostituiti.

Capriata piccola L=7.00 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	7.00	m
Altezza capriata	H	1.32	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	20.66	°
Carico SLU	P	17.86	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	25.31	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	23.67803	kN

Verifica PUNTONE a compressione semplice

Base puntone	b	14	cm
Altezza puntone	h	17	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	3.80	m

Verifica: 0.27 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

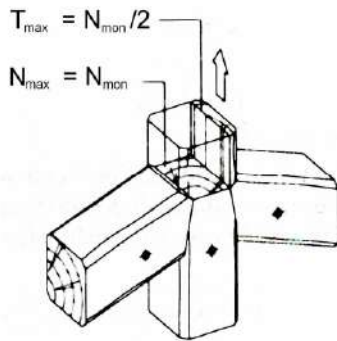
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	19	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 0.82 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 20.66 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.38 MPa ≤ 6.27 MPa

OK

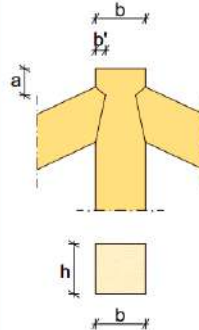
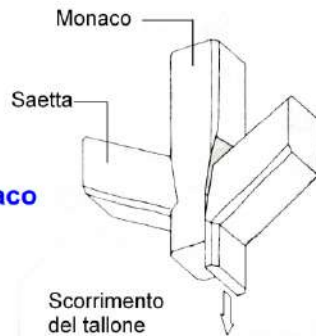
Verifica MONACO

Verifica di scorrimento del tallone

$$T_{max} = N_{mon} / 2$$

$$\tau_{max} = \frac{N_{mon} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{max} = \frac{N_{mon}}{h \cdot (b - 2b')}$$

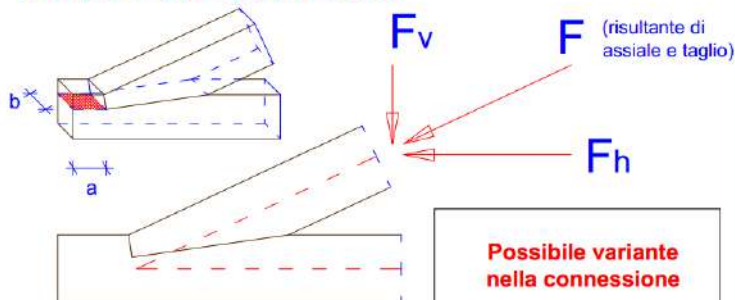


Base monaco	b	17	cm		
Altezza monaco	h	14	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.25 cm

Verifica di scorrimento del tallone:

Tensione di scorrimento	τ_d	0.64 MPa	≤	1.44 MPa	OK
-------------------------	----------	----------	---	----------	----

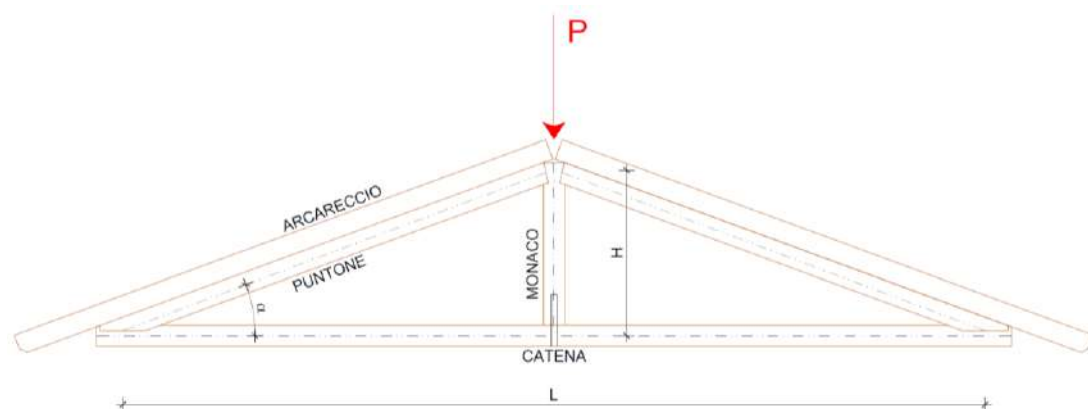
Verifica di trazione del monaco	$\sigma_{t,0,d}$	1.82 MPa	≤	7.80 MPa	OK
---------------------------------	------------------	----------	---	----------	----

Verifica del NODO PUNTONE-CATENA
VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA

Verifica di scorrimento del tallone

$$\tau_{max} = F_h / (a \cdot b)$$



	a	20	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	0.70 MPa	≤	1.44 MPa	OK

Capriata centrale 1 (sx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	46.28	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	64.50	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	60.20685	kN

Verifica PUNTORE a compressione semplice

Base puntone	b	18	cm
Altezza puntone	h	22	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	4.20	m

Verifica: 0.32 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	19	cm

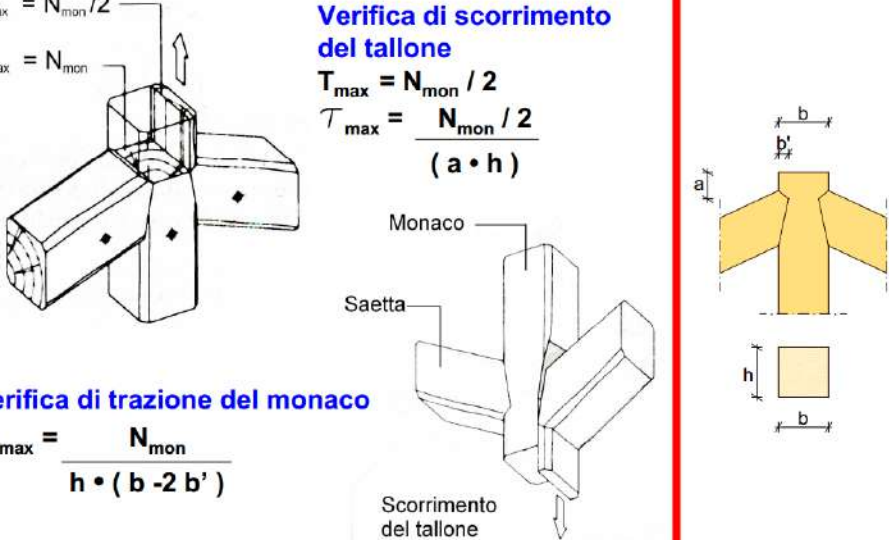
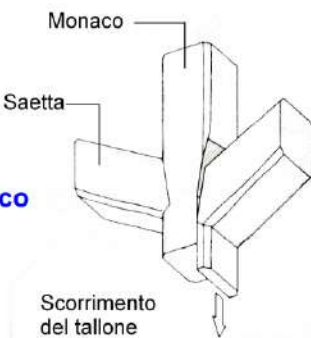
Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 1.61 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

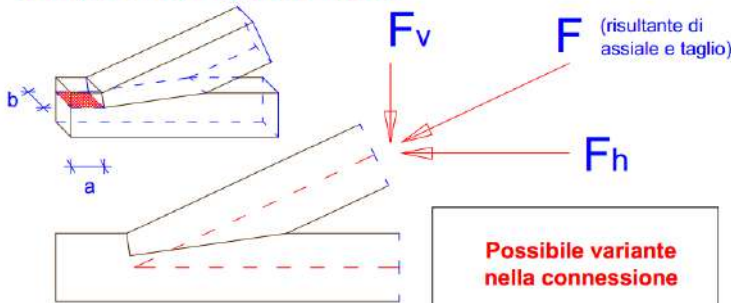

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 21.02 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.58 MPa ≤ 6.17 MPa

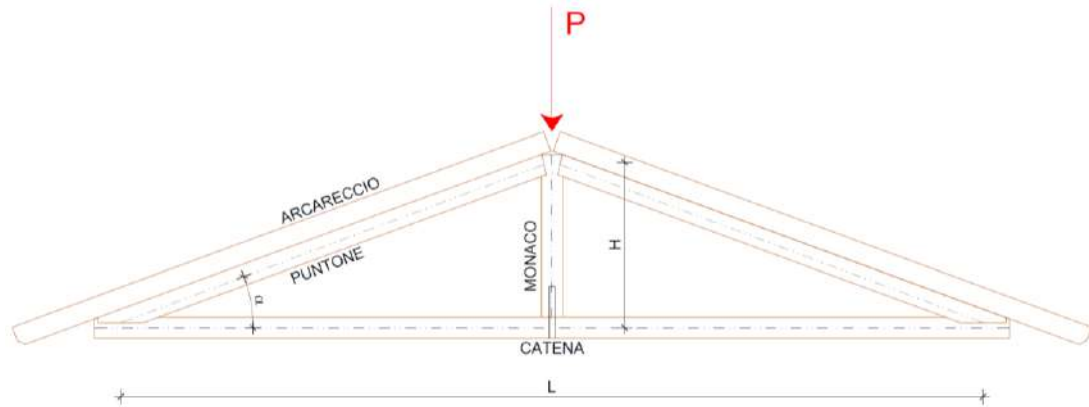
OK

Verifica MONACO

$T_{max} = N_{mon} / 2$ $N_{max} = N_{mon}$		Verifica di scorrimento del tallone $T_{max} = N_{mon} / 2$ $\tau_{max} = \frac{N_{mon} / 2}{(a \cdot h)}$			
Verifica di trazione del monaco $\sigma_{max} = \frac{N_{mon}}{h \cdot (b - 2b')}$					
Base monaco	b	19	cm		
Altezza monaco	h	25	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.75 cm
Verifica di scorrimento del tallone:					
Tensione di scorrimento	τ_d	0.93 MPa	≤	1.44 MPa	OK
Verifica di trazione del monaco	$\sigma_{t,0,d}$	2.06 MPa	≤	7.80 MPa	OK

Verifica del NODO PUNTONE-CATENA

VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA				Possibile variante nella connessione 	
Verifica di scorrimento del tallone $\tau_{max} = F_h / (a \cdot b)$		<p>Unione a dente cuneiforme: b, zona interessata dallo sforzo; a, profondità 1/5 ÷ 1/6 x b.</p>			
	a	25	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	1.42 MPa	≤	1.44 MPa	OK

Capriata centrale 2 (sx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPRIATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$tg(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	49.50	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone	$N_{sd}^{(-)}$	68.99	kN
Sforzo di trazione nella catena	$N_{sd}^{(+)}$	64.39583	kN

Verifica PUNTONE a compressione semplice

Base puntone	b	16	cm
Altezza puntone	h	23	cm
Lunghezza puntone	$L_{puntone}$	4.20	m

Verifica: $0.45 \leq 1$ **OK**

Verifica CATENA a trazione semplice

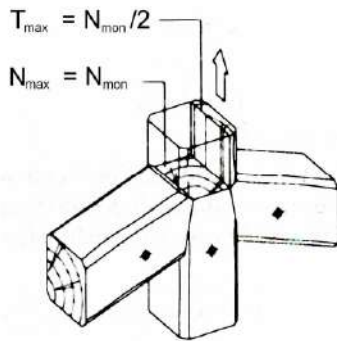
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	21	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l} \quad 1.65 \text{ MPa} \leq 7.80 \text{ MPa}$ **OK**

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibre

Angolo tra puntone e monaco $\alpha \quad 21.02^\circ$

Verifica: $\sigma_{c,\alpha} \quad 0.67 \text{ MPa} \leq 6.17 \text{ MPa}$ **OK**

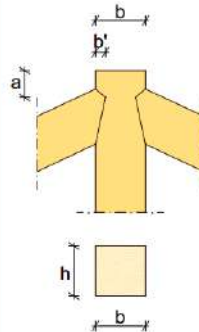
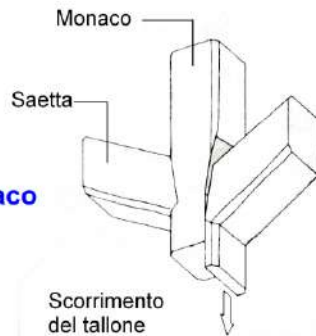
Verifica MONACO

Verifica di scorrimento del tallone

$$T_{max} = N_{mon} / 2$$

$$\tau_{max} = \frac{N_{mon} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{max} = \frac{N_{mon}}{h \cdot (b - 2b')}$$

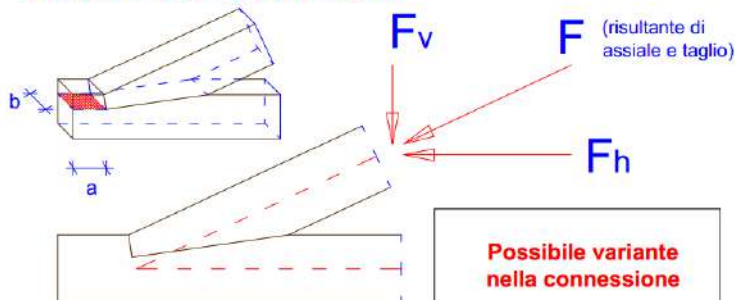


Base monaco	b	19	cm		
Altezza monaco	h	25	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.75 cm

Verifica di scorrimento del tallone:

Tensione di scorrimento	τ_d	0.99 MPa	≤	1.44 MPa	OK
-------------------------	----------	----------	---	----------	----

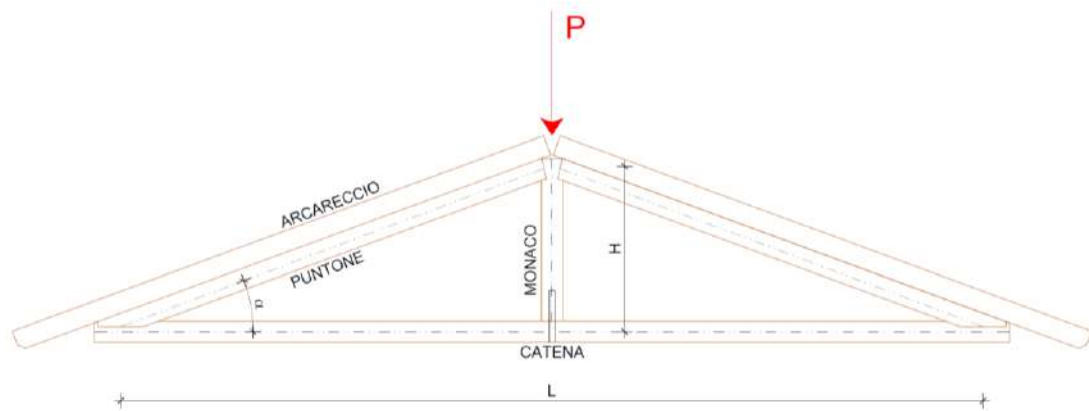
Verifica di trazione del monaco	$\sigma_{t,0,d}$	2.20 MPa	≤	7.80 MPa	OK
---------------------------------	------------------	----------	---	----------	----

Verifica del NODO PUNTONE-CATENA
VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA

Verifica di scorrimento del tallone

$$\tau_{max} = F_h / (a \cdot b)$$



	a	25	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	1.52 MPa	≤	1.44 MPa	NO

Capriata centrale 3 (dx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIRATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	49.08	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	68.40	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	63.84944	kN

Verifica PUNTO a compressione semplice

Base puntone	b	19	cm
Altezza puntone	h	21	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	4.20	m

Verifica: 0.31 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

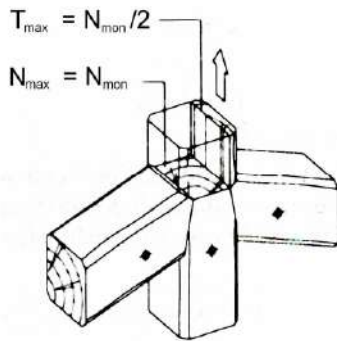
Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	19	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 1.79 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 21.02 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.62 MPa ≤ 6.17 MPa

OK

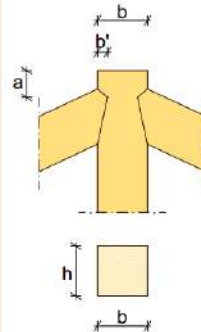
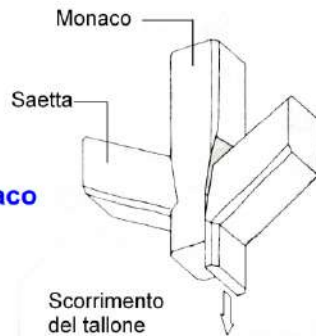
Verifica MONACO

Verifica di scorrimento del tallone

$$T_{max} = N_{mon} / 2$$

$$\tau_{max} = \frac{N_{mon} / 2}{(a \cdot h)}$$

Verifica di trazione del monaco

$$\sigma_{max} = \frac{N_{mon}}{h \cdot (b - 2b')}$$

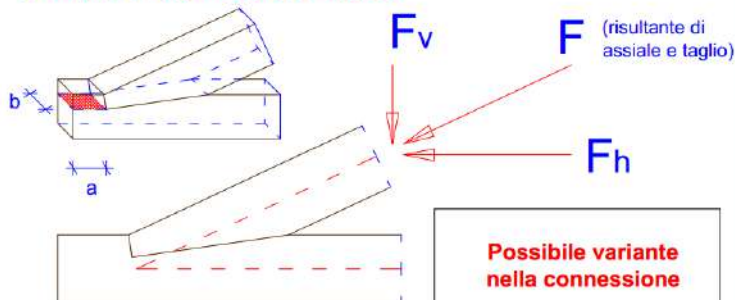


Base monaco	b	19	cm		
Altezza monaco	h	23	cm		
	a	10	cm		
	b'	5	cm	≤	4.75 cm

Verifica di scorrimento del tallone:

Tensione di scorrimento	τ_d	1.07 MPa	≤	1.44 MPa	OK
-------------------------	----------	----------	---	----------	----

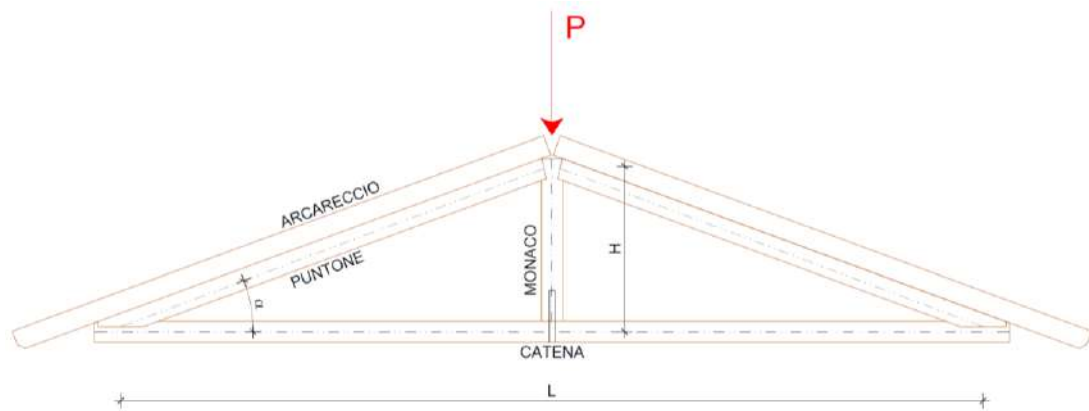
Verifica di trazione del monaco	$\sigma_{t,0,d}$	2.37 MPa	≤	7.80 MPa	OK
---------------------------------	------------------	----------	---	----------	----

Verifica del NODO PUNTONE-CATENA
VERIFICA DEL NODO PUNTONE-CATENA

Verifica di scorrimento del tallone

$$\tau_{max} = F_h / (a \cdot b)$$



	a	25	cm		
	b	17	cm		
Verifica di scorrimento	τ_d	1.50 MPa	≤	1.44 MPa	NO

Capriata centrale 4 (dx) L=8.43 m**CALCOLO E VERIFICA CAPIRATA SEMPLICE IN LEGNO - SLU****Caratteristiche geometriche capriata**

Luce capriata	L	8.43	m
Altezza capriata	H	1.62	m
Angolo capriata	$\text{tg}(\alpha)$	0.38	
Angolo	α	21.02	°
Carico SLU	P	46.04	kN

Sollecitazioni

Sforzo di compressione sul puntone $N_{Sd}^{(-)}$	64.17	kN
Sforzo di trazione nella catena $N_{Sd}^{(+)}$	59.89463	kN

Verifica PUNTONE a compressione semplice

Base puntone	b	18	cm
Altezza puntone	h	22	cm
Lunghezza puntone	L_{puntone}	4.20	m

Verifica: 0.32 ≤ 1

OK

Verifica CATENA a trazione semplice

Base catena	b	17	cm
Altezza catena	h	22	cm

Verifica: $\sigma_{t,0,l}$ 1.60 MPa ≤ 7.80 MPa

OK

Verifica CATENA a compressione inclinata rispetto alle fibreAngolo tra puntone e monaco α 21.02 °Verifica: $\sigma_{c,\alpha}$ 0.58 MPa ≤ 6.17 MPa

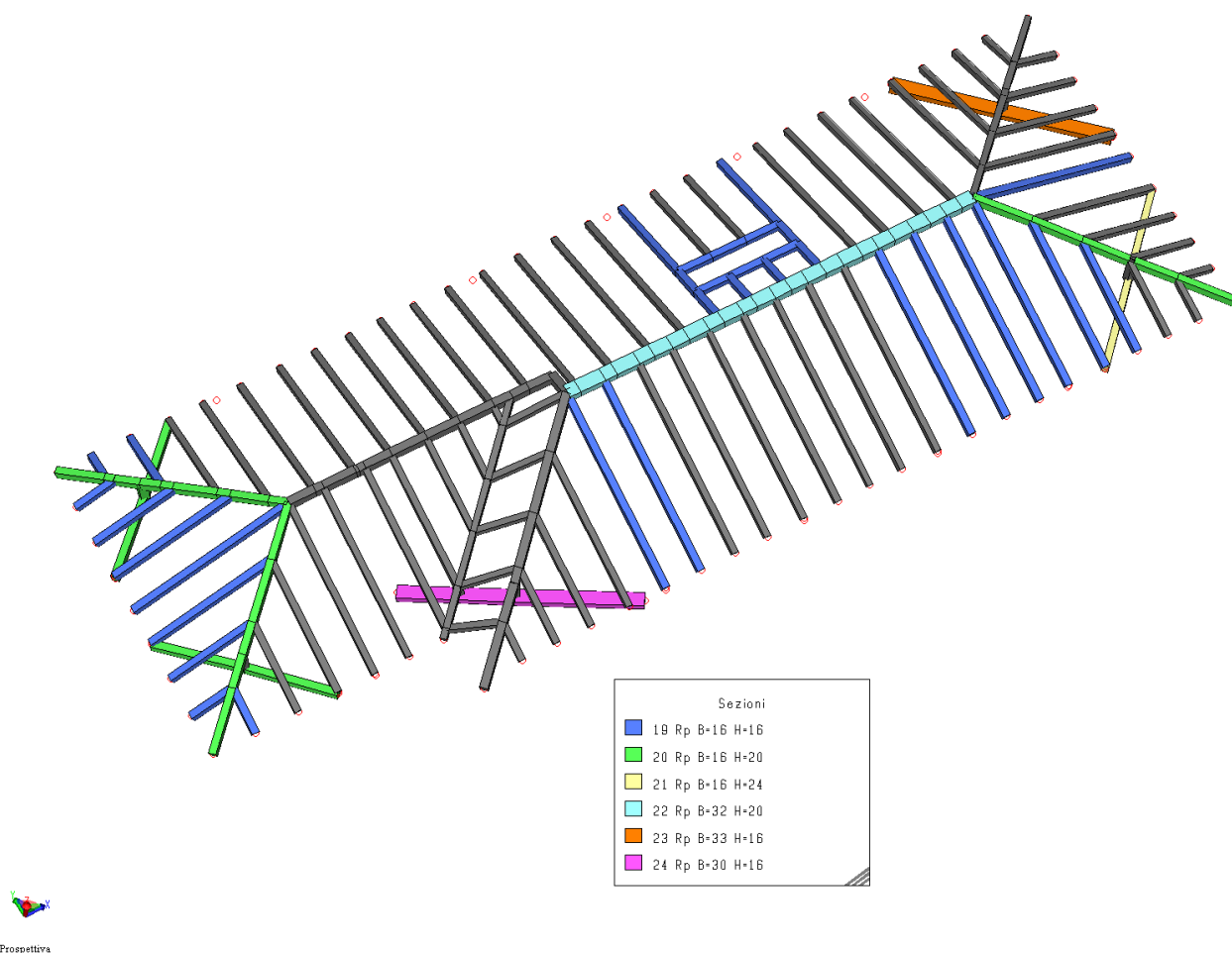
OK

4.3.1.4. SOLAIO DI COPERTURA – PROGETTO DI RINFORZO

Si prevede il rinforzo statico dell'impalcato di copertura attraverso la sostituzione degli elementi non verificati staticamente, elementi ammalorati o con evidenti criticità, il rinforzo per accoppiamento in parallelo di nuovi profili. Inoltre si prevede la messa in opera di nuovi fissaggi e connessioni strutturali con viti al fine di garantire tutti i collegamenti fra gli elementi principali e secondari dell'impalcato di copertura.

Infine, al fine di ridurre la deformabilità ed il rispetto delle verifiche agli SLE si prevede il rinforzo nel piano e fuori piano del solaio di copertura attraverso la posa in opera di un doppio strato pannelli OSB/3 (sp.=20+20mm) incrociati e fissati con viti strutturali da legno alle travi esistenti / nuove sottostanti. Tale intervento (tavolato collaborante alle travi) verrà considerato ai soli fini della verifica di deformabilità agli SLE, mentre le verifiche di resistenza (SLU) si intenderanno superate facendo affidamento alla sola trave in legno.

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi del solaio di copertura maggiormente sollecitate. Le sollecitazioni sono calcolate in modo diretto e/o desunte dall'analisi strutturale agli elementi finiti,



In evidenza gli elementi sostituiti o rinforzi

Nuovi travetti Bilama16x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA			
TRAVETTI BILAMA COPERTURA		16 x 16			
luce trave	L [m]	4.30			
Schema statico		APPOGGIO			
larghezza trave	B [cm]	16.0			
altezza trave	H [cm]	16.0			
classe di servizio	CS	2			
classe di durata del carico	CD	BREVE			
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90			
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80			
Caratteristiche legno					
tipologia di legno		MASSICCIO			
classe del legno	C	24			
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	24			
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	4.0			
moduli elastici legno	E [MPa]	11000			
	E _{0,05} [MPa]	7400			
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50			
Parametri di calcolo sezione					
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5461			
modulo resist. sez.	W [cm ³]	683			
Analisi dei carichi					
Carichi lineari	valore	i _{max}	i _{min}	ψ ₂	Y _{G,Q}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]	[-]	[-]
G _{k,PP}	0.8	0.16	0.16		1.30
G _{k,1}	0.25	0.88	0.88		1.50
G _{k,2}	0.70	0.88	0.88		1.50
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]	[-]	[-]
Q _{k,1}	1.10	0.88	0.88	0.00	1.50
Carichi concentrati	valore	a	Y _{G,Q}		
permanenti	[kN]	[m]	[-]		[kN]
G _{k1}	0.00	0.00	1.50	G _{d1}	0.00
G _{k2}	0.00	0.00	1.50	G _{d2}	0.00
variabili					
Q _{k1}	0.00	0.00	1.50	Q _{d1}	0.00
Q _{k2}	0.00	0.00	1.50	Q _{d2}	0.00
Carichi agenti sulla trave - SLE					
Carichi [kN/m]					
Carichi agenti sulla trave - SLU					
Carichi [kN/m]					
Sollecitazioni - SLU					
Verifiche di resistenza (S.L.U.)					
mom. flettente massimo	M _d [kNm]	6.64			
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	9.72			
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	14.40			
taglio massimo	V _d [kN]	6.18			
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.36			
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.40			
Reazioni vincolari (S.L.E.)					
	R _k	SX	DX		
		[kN]	[kN]		
	R _{q,Gk}	2.07	2.07		
	R _{q,Qk}	2.08	2.08		
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)					
posizione della trave					
COPERTURA					
Deformata - SLE					
freccia istantanea (car. var.)					
	u _{2,inst} [mm]	7.2			
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	7.2			
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	12.9			
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	20.0			
L/u _{2,inst}		599			
L/u _{2,fin}		599			
L/u _{net,fin}		215			

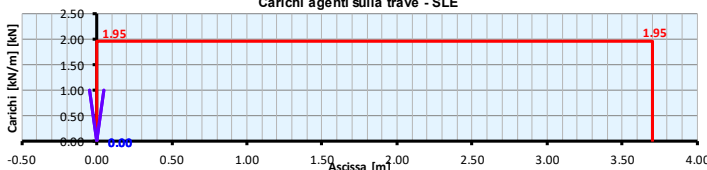
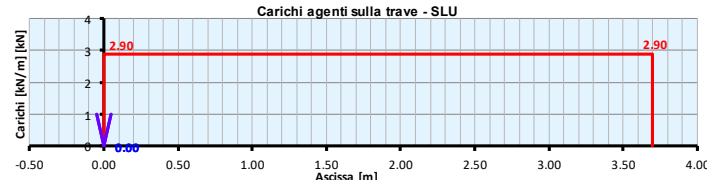
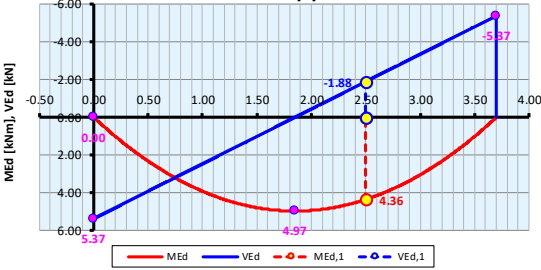
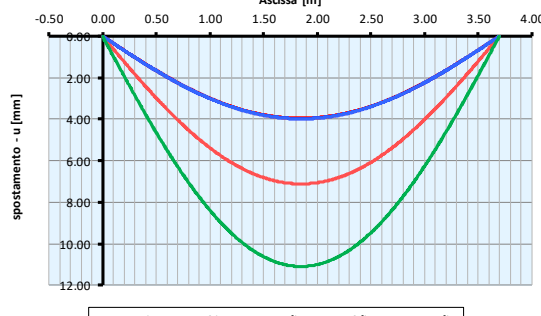
Nuovi travetti Bilama 16x20 L=4.30 m zona camino

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI BILAMA COPERTURA		16 x 20	
luce trave	L [m]	4.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	24
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	24	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	4.0	
moduli elastici legno	E [MPa]	11000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	7400	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	10667
momento inerzia sez.		W [cm ³]	1067
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	1	0.16	0.16
$G_{k,1}$	0.25	1.68	1.68
$G_{k,2}$	0.70	1.68	1.68
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	1.68	1.68
$Q_{k,2}$	0.00	0.00	0.00
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
3.60			
0.00			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
5.37			
0.00			
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]			
-1.87			
12.09			
12.42			
-13.55			
0.00			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	12.42	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	11.64	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	14.40	81% OK
taglio massimo	V_d [kN]	11.55	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.54	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.40	23% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
R_k	SX	DX	
$R_{q,Gk}$	3.78	3.78	
$R_{q,Qk}$	3.97	3.97	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
u1 ist			
u2 ist			
u1 fin			
u2 fin			
u net fin			
freccia istantanea (car. var.)		$u_{2,inst}$ [mm]	7.0
freccia finale (car. var.)		$u_{2,fin}$ [mm]	7.0
freccia finale (car. perm.)		$u_{1,fin}$ [mm]	12.0
freccia totale finale		$u_{net,fin}$ [mm]	19.0
$L/u_{2,inst}$			613
$L/u_{2,fin}$			613
$L/u_{net,fin}$			226
			300
			250
			200

Nuovo traverso Camino in Bilama 16x16 L=2.50 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI BILAMA COPERTURA		16 x 16	
luce trave	L [m]	2.50	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	24
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	24	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	4.0	
moduli elastici legno	E [MPa]	11000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	7400	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione		J [cm ⁴]	5461
momento inerzia sez.		W [cm ³]	683
modulo resist. sez.			
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.16	0.16
$G_{k,1}$	0.25	1.35	1.35
$G_{k,2}$	0.70	1.35	1.35
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	1.35	1.35
$Q_{k,2}$	0.00	0.00	0.00
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
	2.90		
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
	4.32		
Sollecitazioni - SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]			
	0.30		
	5.40		
	3.37		
	5.13		
	5.40		
	0.33		
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	3.37	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	4.94	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	14.40	34% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.40	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.32	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.40	13% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
	$R_{g,Qk}$	1.76	1.76
	$R_{g,Qk}$	1.86	1.86
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]			
	u1 ist		
	u2 ist		
	u1 fin		
	u2 fin		
	u net fin		
freccia istantanea (car. var.)		$u_{2,inst}$ [mm]	1.3
freccia finale (car. var.)		$u_{2,fin}$ [mm]	1.3
freccia finale (car. perm.)		$u_{1,fin}$ [mm]	2.1
freccia totale finale		$u_{net,fin}$ [mm]	3.4
$L/u_{2,inst}$			1988
$L/u_{2,fin}$			1988
$L/u_{net,fin}$			734

Nuovi travetti Bilama 16x16 L=3.70 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI BILAMA COPERTURA		16 x 16	
luce trave	L [m]	3.70	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	24
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	24	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	4.0	
moduli elastici legno	E [MPa]	11000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	7400	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5461	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	683	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.16	0.16
$G_{k,1}$	0.25	0.89	0.89
$G_{k,2}$	0.70	0.89	0.89
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.89	0.89
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
			
Sollecitazioni - SLU			
			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	4.97	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	7.28	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	14.40	51% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.37	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.31	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.40	13% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	1.80	1.80
	$R_{q,Qk}$	1.81	1.81
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	4.0	32% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	4.0	27% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	7.1	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	11.1	60% OK
$L/u_{2,inst}$		930	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		930	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		333	≥ 200

Nuovi travetti Bilama 16x16 L=4.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI BILAMA COPERTURA		16 x 16	
luce trave	L [m]	4.15	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	24	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	24	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	4.0	
moduli elastici legno	E [MPa]	11000	
	$E_{0,05}$ [MPa]	7400	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	5461	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	683	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$G_{k,PP}$	0.8	0.16	0.16
$G_{k,1}$	0.25	0.94	0.94
$G_{k,2}$	0.70	0.94	0.94
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$Q_{k,1}$	1.10	0.94	0.94
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]			
Ascissa [m]			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	6.58	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	9.64	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	14.40	67% OK
taglio massimo	V_d [kN]	6.34	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.37	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.40	15% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	2.12	2.12
	$R_{q,Qk}$	2.15	2.15
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
Ascissa [m]			
spostamento - u [mm]			
freccia istantanea (car. var.)			
$u_{2,inst}$ [mm]	6.6	48% OK	
freccia finale (car. var.)			
$u_{2,fin}$ [mm]	6.6	40% OK	
freccia finale (car. perm.)			
$u_{1,fin}$ [mm]	11.8		
freccia totale finale			
$u_{net,fin}$ [mm]	18.5	89% OK	
$L/u_{2,inst}$	624	≥	300
$L/u_{2,fin}$	624	≥	250
$L/u_{net,fin}$	225	≥	200

Travetti esistente 15x16 L=4.30 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA			SEZ COMP LEGNO/OSB
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI			
tipologia di legno	MASSICCIO		VITI
classe del legno	C	22	
flessione	$f_{m,0,k}$	22 MPa	$\gamma_{M,unione} =$ $\gamma_{M,OSB} =$ $\gamma_{M,L} =$
trazione parallela fibratura	$f_{t,0,k}$	13 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	$f_{t,90,k}$	0.4 MPa	
compressione parallela fibrat	$f_{c,0,k}$	20 MPa	classe di durata del carico
compressione perpendicol fibr	$f_{c,90,k}$	2.4 MPa	
taglio	$f_{v,k}$	3.8 MPa	BREVE
modulo elast medio parallelo	$E_{0,mean}$	10000 MPa	
mod elast caratt parallelo	$E_{0,05}$	6700 MPa	$k_{mod,trave}$
mod elast medio perpendicolare	$E_{90,mean}$	330 MPa	$k_{mod,OSB}$
mod taglio medio	G_{mean}	630 MPa	0.9
massa volumica media trave in legno	$\rho_{k,tr}$	3.4 kN/m ³	0.7
CLASSE DI SERVIZIO		2	0.8
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO		TIPO PANNELLO:	
Luce solaio	L	4.30 m	OSB/
Base trave di legno	B	150 mm	3
Altezza trave di legno	H	160 mm	18-25
Interasse travi	i_{tr}	0.87 m	A_{OSB}
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	J_{OSB}
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	$E_{OSB} \cdot A_{OSB}$
diametro nominale vite	d	8 mm	$E_{OSB} \cdot J_{OSB}$
diametro gambo	d_f	5.8 mm	$E_{legno} \cdot A_{tr}$
diametro efficace	d_{ef}	5.8 mm	$E_{legno} \cdot J_{tr}$
interasse connettori campata	i_{camp}	300 mm	\leq
interasse connettori appoggi	i_{app}	200 mm	$i_{eq} =$
lunghezza viti	L	140 mm	\geq
Lungh infiss viti nel legno	l_w	100 mm	48 mm
Lungh infiss viti nel tavolato	l_c	40 mm	OK
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO		CARATT MECC OSB	
Durata azione			
flessione	$f_{m,d}$	13.20 MPa	$f_{m,d}$
trazione parallela fibratura	$f_{t,0,d}$	7.80 MPa	$f_{t,0,d}$
trazione perpendicolare fibrat	$f_{t,90,d}$	0.24 MPa	$f_{c,0,d}$
compressione parallela fibrat	$f_{c,0,d}$	12.00 MPa	$f_{v,d}$
compressione perpendicol fibr	$f_{c,90,d}$	1.44 MPa	$E_{0,M,OSB}$
taglio	$f_{v,d}$	2.28 MPa	$\rho_{m,OSB}$
resistenza rifollamento	$f_{h,k}$	25.76 MPa	$f_{h,k,OSB}$
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE		RESISTENZA CONNESSIONE	
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett
rigidezza connessione	K_{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot
rigidezza connessione SLU	$K_u = 2/3 \cdot K_{ser}$	1469 N/mm	rottura legno
Momento snervamento connett	$M_{y,k}$	25000 Nmm	rott conness
ANALISI DEI CARICHI		COMBINAZIONE RARA:	
Perm portati (al netto pp pannello)	$g_{2,k}$	0.75 kN/m ²	$g_{2,k} \cdot i_{tr}$
Sovraccarico accidentale	$q_{k,1}$	1.10 kN/m ²	$q_k \cdot i_{tr}$
Peso proprio elementi strutturali			$g_{1,k} \cdot i_{tr}$
		COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:	
		$g_{2,k} \cdot i_{tr}$	0.65 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ_2	0.00	$q_k \cdot i_{tr} \cdot \psi_2$
		$g_{1,k} \cdot i_{tr}$	0.32 kN/m

VERIFICA SLU - TEMPO ZERO

Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.067					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1					
distanza tra i baric geometrici	a	100 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.5E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	9.5E+01 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.4E+11 N/mm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.32	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	1.01	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.33	MPa	≤	6.91	MPa	OK	19%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.69	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	16.4%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.47	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	8.19	MPa					
Verifica lato legno	0.68		≤	1		OK	68.0%
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.38	MPa	≤	2.28	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.08	kN	≤	2.51	kN	OK	82.9%

VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO

Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa	$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	5.28E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa	$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	7.04E+09 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa	$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.33E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.114140146	$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	2.84E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.3E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	9.6E+01 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	3.5E+11 Nmm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.31	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.57	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.89	MPa	≤	6.91	MPa	OK	12.8%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.26	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	6.2%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.45	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	8.39	MPa					
Verifica lato legno	0.69		≤	1		OK	69.4%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.02	kN	≤	2.51	kN	OK	80.8%

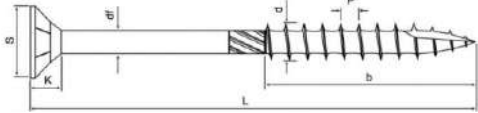
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO

Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.10					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	100.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.47 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	93.53 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.9E+11 Nmm ²					
freccia carichi PERM t=0	$u_1, t=0$	6.30 mm	≤	12.29	mm	OK	51%
freccia carichi ACC t=0	$u_2, t=0$	6.17 mm	≤	12.29	mm	OK	50%
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	12.47 mm	≤	17.20	mm	OK	72%

VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO

rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser t=\infty}$	1224.09 N/mm					
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.16					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{leg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	100.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.03 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	93.97 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, t=\infty}$	3.7E+11 Nmm ²					
freccia carichi PERM t=∞	$u_1 t=\infty$	11.68 mm					
freccia carichi ACC t=∞	$u_2 t=\infty$	0.00 mm					
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	11.68 mm	≤	17.20	mm	OK	68%

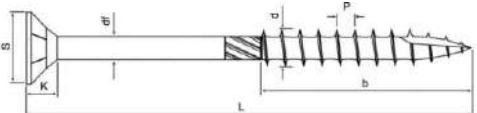
Travetti esistenti 13x15 L=4.30 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA				
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB				
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI						
tipologia di legno	MASSICCIO		VITI	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO		
	C	22				
classe del legno						
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa				
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	γ _{M,unione} =	1.50		
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	γ _{M,OSB} =	1.50		
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	γ _{M,L} =	1.50		
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	classe di durata del carico	BREVE		
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	k _{mod,trave}	0.9	k _{def,trave}	0.8
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	k _{mod,OSB}	0.7	k _{def,OSB}	2.25
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa				
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa				
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa				
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m^3				
CLASSE DI SERVIZIO		2				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO						
Luce solaio	L	4.30 m	TIPO PANNELLO:	OSB/	3	
Base trave di legno	B	130 mm	A _{OSB}	34000.00 mm ²	18-25	
Altezza trave di legno	H	150 mm	J _{OSB}	4.53E+06 mm ⁴		
Interasse travi	i _{tr}	0.85 m	E _{OSB} · A _{OSB}	1.68E+08 N		
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	E _{OSB} · J _{OSB}	2.23E+10 Nmm ²		
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	E _{legno} · A _{tr}	1.95E+08 N		
diametro nominale vite	d	8 mm	E _{legno} · J _{tr}	3.66E+11 Nmm ²		
diametro gambo	d _f	5.8 mm				
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm				
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm	i _{eq} =	800 mm		
interasse connettori appoggi	i _{app}	200 mm		225 mm		
lunghezza viti	L	140 mm				
Lungh infiss viti nel legno	l _w	100 mm		48 mm	OK	
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	40 mm	n°strati pannello OSB:	2		
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO				CARATT MECC OSB		
Durata azione						
flessione	f _{m,d}	13.20 MPa	f _{m,d}	6.91 MPa		
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	7.80 MPa	f _{t,0,d}	4.20 MPa		
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.24 MPa	f _{c,0,d}	6.91 MPa		
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	12.00 MPa	f _{v,d}	3.17 MPa		
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.44 MPa	E _{0,M,OSB}	4930 MPa		
taglio	f _{v,d}	2.28 MPa	ρ _{m,OSB}	5.50 kN/m ³		
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB}	41.68 MPa		
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE			
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett	8.00 kN		
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot	f		
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno	2.51 kN		
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness	2.51 kN		
ANALISI DEI CARICHI						
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.75 kN/m ²	COMBINAZIONE RARA:			
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.10 kN/m ²	g _{2,k} · i _{tr}	0.64 kN/m		
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr}	0.94 kN/m		
			g _{1,k} · i _{tr}	0.29 kN/m		
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:			
			g _{2,k} · i _{tr}	0.64 kN/m		
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.00	q _k · i _{tr} · ψ ₂	0.00 kN/m		
			g _{1,k} · i _{tr}	0.29 kN/m		

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50				
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$		1.35 kN/m	$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L /	350	mm
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$		2.76 kN/m	$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L /	350	12.29
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	17.20
Combinazione 1 (permanenti)	$M_{Ed,1}$		3.13 kNm	t = ∞			
	$V_{Ed,1}$		2.91 kN				
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$		6.37 kNm	$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	mm
	$V_{Ed,2}$		5.93 kN	17.20			
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.068				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1				
distanza tra i baric geometrici	a		95 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		5.3E+00 mm				
distanza baricentro OSB	a_{OSB}		9.0E+01 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		4.9E+11 N/mm ²				
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.40	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	1.29	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.69	MPa	≤	6.91	MPa	OK	24%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.90	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	21.4%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.69	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	9.85	MPa					
Verifica lato legno	0.83		≤	1		OK	83.4%
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.46	MPa	≤	2.28	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.50	kN	≤	2.51	kN	OK	99.8%
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$		1516.92 MPa	$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$		5.16E+07 N	
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$		5555.55556 MPa	$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$		6.88E+09 Nmm ²	
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$		816.1 MPa	$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$		1.08E+08 N	
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.116512884	$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$		2.03E+11 Nmm ²	
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1				
distanza baricentro legno	a_{legno}		5.0E+00 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		9.0E+01 mm				
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$		2.6E+11 Nmm ²				
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.39	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.74	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.13	MPa	≤	6.91	MPa	OK	16.3%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.35	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	8.4%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.68	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	10.15	MPa					
Verifica lato legno	0.86		≤	1		OK	85.6%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.45	kN	≤	2.51	kN	OK	97.9%

VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.10				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		95.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		7.43 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		87.57 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		5.3E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=0	$u_{1,t=0}$		7.89 mm	≤	12.29	mm	OK
freccia carichi ACC t=0	$u_{2,t=0}$		7.92 mm	≤	12.29	mm	OK
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$		15.81 mm	≤	17.20	mm	OK
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$		1224.09 N/mm				
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.17				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		95.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		6.92 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		88.08 mm				
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t}=\infty}$		2.8E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1 \text{ t}=\infty}$		14.75 mm				
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2 \text{ t}=\infty}$		0.00 mm				
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$		14.75 mm	≤	17.20	mm	OK

Travetti esistenti 14x16 L=4.30 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB	
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI			
tipologia di legno	MASSICCIO		
classe del legno	C	22	
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	VITI
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	ø 8 x 140
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa	
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa	
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa	γ _{M,unione} = 1.50
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m^3	
γ _{M,OSB} = 1.50			γ _{M,L} = 1.50
classe di durata del carico			
k _{mod,trave}	0.9	k _{def,trave}	0.8
k _{mod,OSB}	0.7	k _{def,OSB}	2.25
			
CLASSE DI SERVIZIO		2	
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO			
Luce solaio	L	4.30 m	TIPO PANNELLO: OSB/3
Base trave di legno	B	140 mm	A _{OSB} 35200.00 mm²
Altezza trave di legno	H	160 mm	J _{OSB} 4.69E+06 mm⁴
Interasse travi	i _{tr}	0.88 m	E _{OSB} · A _{OSB} 1.74E+08 N
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	E _{OSB} · J _{OSB} 2.31E+10 Nmm²
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	E _{legno} · A _{tr} 2.24E+08 N
diametro nominale vite	d	8 mm	E _{legno} · J _{tr} 4.78E+11 Nmm²
diametro gambo	d _f	5.8 mm	i _{eq} = 800 mm
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm	
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm	
interasse connettori appoggi	i _{app}	200 mm	i _{eq} = 225 mm
lunghezza viti	L	140 mm	
Lungh infiss viti nel legno	l _w	100 mm	
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	40 mm	n°strati pannello OSB: 2
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			
CARATT MECC OSB			
Durata azione			
flessione	f _{m,d}	13.20 MPa	f _{m,d} 6.91 MPa
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	7.80 MPa	f _{t,0,d} 4.20 MPa
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.24 MPa	f _{c,0,d} 6.91 MPa
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	12.00 MPa	f _{v,d} 3.17 MPa
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.44 MPa	E _{0,M,OSB} 4930 MPa
taglio	f _{v,d}	2.28 MPa	ρ _{m,OSB} 5.50 kN/m³
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB} 41.68 MPa
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			
RESISTENZA CONNESSIONE			
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett 8.00 kN
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot f
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno 2.51 kN
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness 2.51 kN
ANALISI DEI CARICHI			
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.75 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.10 kN/m²	g _{2,k} · i _{tr} 0.66 kN/m
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr} 0.97 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.32 kN/m
COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:			
			g _{2,k} · i _{tr} 0.66 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.00	q _k · i _{tr} · ψ ₂ 0.00 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.32 kN/m

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50				
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$	1.42 kN/m		$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L /	350	mm
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$	2.87 kN/m		$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L /	350	12.29
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	17.20
Combinazione 1 (permanenti)	M_{Edu1}	3.28 kNm		t = ∞			
	$V_{Ed,1}$	3.05 kN					
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$	6.63 kNm		$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	mm
	$V_{Ed,2}$	6.17 kN		17.20			
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.066					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza tra i baric geometrici	a	100 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.9E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	9.5E+01 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.1E+11 N/mm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.34	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	1.07	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.41	MPa	≤	6.91	MPa	OK	20%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.74	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	17.5%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.53	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	8.70	MPa					
Verifica lato legno	0.73		≤	1		OK	72.7%
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.41	MPa	≤	2.28	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.20	kN	≤	2.51	kN	OK	87.9%
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa		$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	5.34E+07 N		
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.55556 MPa		$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	7.12E+09 Nmm ²		
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa		$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.24E+08 N		
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.112989652		$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	2.65E+11 Nmm ²		
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.6E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	9.5E+01 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	3.3E+11 Nmm^2					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.33	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.61	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.94	MPa	≤	6.91	MPa	OK	13.6%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.28	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	6.7%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.52	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	8.93	MPa					
Verifica lato legno	0.74		≤	1		OK	74.3%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.15	kN	≤	2.51	kN	OK	85.8%

VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.10					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	100.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.90 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	93.10 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.6E+11 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=0	$u_1, t=0$	6.63 mm	≤	12.29	mm	OK	54%
freccia carichi ACC t=0	$u_2, t=0$	6.57 mm	≤	12.29	mm	OK	53%
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	13.21 mm	≤	17.20	mm	OK	77%
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$	1224.09 N/mm					
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.16					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	100.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.44 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	93.56 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t}=\infty}$	3.5E+11 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=∞	$u_1 \text{ t}=\infty$	12.33 mm					
freccia carichi ACC t=∞	$u_2 \text{ t}=\infty$	0.00 mm					
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	12.33 mm	≤	17.20	mm	OK	72%

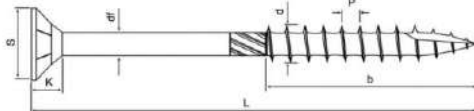
Travetti esistenti 14x19 L=4.30 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB	
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI			
tipologia di legno	MASSICCIO		
classe del legno	C	22	
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	VITI
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	ø 8 x 140
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa	
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa	
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa	γ _{M,unione} = 1.50
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m^3	
CLASSE DI SERVIZIO	2		γ _{M,OSB} = 1.50
			γ _{M,L} = 1.50
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO		classe di durata del carico	
Luce solaio	L	4.30 m	BREVE
Base trave di legno	B	140 mm	k _{mod,trave} 0.9
Altezza trave di legno	H	190 mm	k _{def,trave} 0.8
Interasse travi	i _{tr}	0.85 m	k _{mod,OSB} 0.7
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	k _{def,OSB} 2.25
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	
diametro nominale vite	d	8 mm	
diametro gambo	d _f	5.8 mm	
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm	
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm	
interasse connettori appoggi	i _{app}	200 mm	
lunghezza viti	L	140 mm	
Lungh infiss viti nel legno	l _w	100 mm	
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	40 mm	
TIPO PANNELLO:		OSB/	3
A _{OSB}		34000.00 mm ²	18-25
J _{OSB}		4.53E+06 mm ⁴	
E _{OSB} · A _{OSB}		1.68E+08 N	
E _{OSB} · J _{OSB}		2.23E+10 Nmm ²	
E _{legno} · A _{tr}		2.66E+08 N	
E _{legno} · J _{tr}		8.00E+11 Nmm ²	
i _{eq} =		800 mm	
		225 mm	
		48 mm	OK
n°strati pannello OSB:		2	
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO		CARATT MECC OSB	
Durata azione			
flessione	f _{m,d}	13.20 MPa	f _{m,d} 6.91 MPa
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	7.80 MPa	f _{t,0,d} 4.20 MPa
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.24 MPa	f _{c,0,d} 6.91 MPa
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	12.00 MPa	f _{v,d} 3.17 MPa
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.44 MPa	E _{0,M,OSB} 4930 MPa
taglio	f _{v,d}	2.28 MPa	ρ _{m,OSB} 5.50 kN/m ³
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB} 41.68 MPa
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE		RESISTENZA CONNESSIONE	
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett 8.00 kN
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot f
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3·K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno 2.51 kN
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness 2.51 kN
ANALISI DEI CARICHI			
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.75 kN/m ²	COMBINAZIONE RARA:
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.10 kN/m ²	g _{2,k} · i _{tr} 0.64 kN/m
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr} 0.94 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.33 kN/m
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:
			g _{2,k} · i _{tr} 0.64 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.00	q _k · i _{tr} · ψ ₂ 0.00 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.33 kN/m

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50				
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$	1.41 kN/m	$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L /	350	mm	12.29
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$	2.81 kN/m	$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L /	350	mm	12.29
SOLLECITAZIONI SLU			$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	mm	17.20
Combinazione 1 (permanenti)	M_{Edu1}	3.25 kNm	t = ∞				
	$V_{Ed,1}$	3.02 kN					
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$	6.49 kNm	$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	mm	17.20
	$V_{Ed,2}$	6.04 kN					
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.068					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza tra i baric geometrici	a	115 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.7E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.1E+02 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	9.7E+11 N/mm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.25 MPa						
$\sigma_{M1,d}$	0.66 MPa						
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.91 MPa	≤	6.91 MPa		OK		13%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.41 MPa	≥	-4.20 MPa		OK		9.8%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.32 MPa						
$\sigma_{M2,d}$	6.38 MPa						
Verifica lato legno	0.52	≤	1		OK		52.4%
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.34 MPa	≤	2.28 MPa		OK		
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.57 kN	≤	2.51 kN		OK		62.7%
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa	$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	5.16E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.55556 MPa	$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	6.88E+09 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa	$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.48E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.116512884	$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	4.45E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.5E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.1E+02 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	5.3E+11 Nmm^2					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.24 MPa						
$\sigma_{M1,d}$	0.37 MPa						
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.61 MPa	≤	6.91 MPa		OK		8.9%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.13 MPa	≥	-4.20 MPa		OK		3.2%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.31 MPa						
$\sigma_{M2,d}$	6.49 MPa						
Verifica lato legno	0.53	≤	1		OK		53.1%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.52 kN	≤	2.51 kN		OK		60.6%

VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.10					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	115.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.74 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	108.26 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	1.0E+12 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=0	$u_1, t=0$	4.20 mm	≤	12.29 mm	OK		34%
freccia carichi ACC t=0	$u_2, t=0$	4.05 mm	≤	12.29 mm	OK		33%
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	8.25 mm	≤	17.20 mm	OK		48%
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$	1224.09 N/mm					
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.17					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	115.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.27 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	108.73 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t}=\infty}$	5.6E+11 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=∞	$u_1 \text{ t}=\infty$	7.75 mm					
freccia carichi ACC t=∞	$u_2 \text{ t}=\infty$	0.00 mm					
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	7.75 mm	≤	17.20 mm	OK		45%

Travetti esistenti 14x16 L=4.30 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB	
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI			
tipologia di legno	MASSICCIO		VITI
	C	22	
classe del legno			FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	Ø 8 x 140
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	γ _{M,unione} = 1.50
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	γ _{M,OSB} = 1.50
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	γ _{M,L} = 1.50
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	classe di durata del carico
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	BREVE
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	0.9 k _{def,trave} 0.8
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa	0.7 k _{def,OSB} 2.25
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa	
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa	
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m^3	
CLASSE DI SERVIZIO	2		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO			
Luce solaio	L	4.30 m	TIPO PANNELLO: OSB/ 3
Base trave di legno	B	140 mm	18-25
Altezza trave di legno	H	160 mm	
Interasse travi	i _{tr}	0.90 m	
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	
diametro nominale vite	d	8 mm	
diametro gambo	d _f	5.8 mm	
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm	
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm	
interasse connettori appoggi	i _{app}	200 mm	
lunghezza viti	L	140 mm	
Lungh infiss viti nel legno	l _w	100 mm	
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	40 mm	
			i _{eq} =
			800 mm
			225 mm
			48 mm
			OK
			n°strati pannello OSB: 2
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			
CARATT MECC OSB			
Durata azione			
flessione	f _{m,d}	13.20 MPa	f _{m,d} 6.91 MPa
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	7.80 MPa	f _{t,0,d} 4.20 MPa
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.24 MPa	f _{c,0,d} 6.91 MPa
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	12.00 MPa	f _{v,d} 3.17 MPa
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.44 MPa	E _{0,M,OSB} 4930 MPa
taglio	f _{v,d}	2.28 MPa	ρ _{m,OSB} 5.50 kN/m³
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB} 41.68 MPa
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			
RESISTENZA CONNESSIONE			
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett 8.00 kN
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot f
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3·K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno 2.51 kN
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness 2.51 kN
ANALISI DEI CARICHI			
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.75 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.10 kN/m²	g _{2,k} · i _{tr} 0.68 kN/m
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr} 0.99 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.32 kN/m
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:
			g _{2,k} · i _{tr} 0.68 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.00	q _k · i _{tr} · ψ ₂ 0.00 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.32 kN/m

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50				
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$	1.45 kN/m		$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L /	350	mm
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$	2.93 kN/m		$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L /	350	12.29
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	17.20
Combinazione 1 (permanenti)	M_{Edu1}	3.34 kNm		t = ∞			
	$V_{Ed,1}$	3.11 kN					
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$	6.77 kNm		$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	mm
	$V_{Ed,2}$	6.30 kN		17.20			
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.065					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza tra i baric geometrici	a	100 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.9E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	9.5E+01 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.1E+11 N/mm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.34	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	1.09	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.43	MPa	≤	6.91	MPa	OK	21%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.76	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	18.1%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.54	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	8.88	MPa					
Verifica lato legno	0.74		≤	1		OK	74.2%
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.42	MPa	≤	2.28	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.25	kN	≤	2.51	kN	OK	89.8%
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa		$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	5.46E+07 N		
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.55556 MPa		$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	7.28E+09 Nmm ²		
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa		$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.24E+08 N		
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.110756868		$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	2.65E+11 Nmm ²		
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.6E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	9.5E+01 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	3.3E+11 Nmm^2					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.33	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.62	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.95	MPa	≤	6.91	MPa	OK	13.8%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.29	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	7.0%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.53	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	9.11	MPa					
Verifica lato legno	0.76		≤	1		OK	75.8%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	2.20	kN	≤	2.51	kN	OK	87.8%

VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.09					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	100.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.92 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	93.08 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	6.6E+11 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=0	$u_1, t=0$	6.76 mm	≤	12.29	mm	OK	55%
freccia carichi ACC t=0	$u_2, t=0$	6.71 mm	≤	12.29	mm	OK	55%
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	13.47 mm	≤	17.20	mm	OK	78%
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$	1224.09 N/mm					
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.16					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	100.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	6.46 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	93.54 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t}=\infty}$	3.5E+11 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=∞	$u_1 \text{ t}=\infty$	12.56 mm					
freccia carichi ACC t=∞	$u_2 \text{ t}=\infty$	0.00 mm					
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	12.56 mm	≤	17.20	mm	OK	73%

Travetti esistenti 13x15 L=3.60 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB	
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI			
tipologia di legno	MASSICCIO		VITI
classe del legno	C	22	
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	γ _{M,unione} = 1.50 γ _{M,OSB} = 1.50 γ _{M,L} = 1.50
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	classe di durata del carico
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa	
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa	BREVE
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa	
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m^3	0.9 k _{def,trave} 0.8 0.7 k _{def,OSB} 2.25
CLASSE DI SERVIZIO		2	
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO			
Luce solaio	L	3.60 m	TIPO PANNELLO: OSB/ 3
Base trave di legno	B	130 mm	18-25
Altezza trave di legno	H	150 mm	
Interasse travi	i _{tr}	0.85 m	
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	
diametro nominale vite	d	8	
diametro gambo	d _f	5.8	
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm	
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm	
interasse connettori appoggi	i _{app}	200 mm	
lunghezza viti	L	140	
Lungh infiss viti nel legno	l _w	100 mm	i _{eq} =
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	40 mm	800 mm 225 mm
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			n°strati pannello OSB: 2
Durata azione			OK
flessione			f _{m,d} 6.91 MPa
trazione parallela fibratura			f _{t,0,d} 4.20 MPa
trazione perpendicolare fibrat			f _{t,90,d} 0.24 MPa
compressione parallela fibrat			f _{c,0,d} 6.91 MPa
compressione perpendicol fibr			f _{v,d} 3.17 MPa
taglio			E _{0,M,OSB} 4930 MPa
resistenza rifollamento			ρ _{m,OSB} 5.50 kN/m³ f _{h,k,OSB} 41.68 MPa
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett 8.00 kN
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot f
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3·K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno 2.51 kN
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness 2.51 kN
ANALISI DEI CARICHI			
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.75 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.10 kN/m²	g _{2,k} · i _{tr} 0.64 kN/m
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr} 0.94 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.29 kN/m
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:
			g _{2,k} · i _{tr} 0.64 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.00	q _k · i _{tr} · ψ ₂ 0.00 kN/m
			q _{1,k} · i _{tr} 0.29 kN/m

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50	mm			
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$		1.35 kN/m	$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L /	350	10.29
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$		2.76 kN/m	$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L /	350	10.29
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	14.40
Combinazione 1 (permanenti)	$M_{Ed,1}$		2.19 kNm	t = ∞			
	$V_{Ed,1}$		2.44 kN	mm			
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$		4.46 kNm	$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	14.40
	$V_{Ed,2}$		4.96 kN				
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.049				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1				
distanza tra i baric geometrici	a		95 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		3.8E+00 mm				
distanza baricentro OSB	a_{OSB}		9.1E+01 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		4.6E+11 N/mm ²				
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.21	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.96	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.17	MPa	≤	6.91	MPa	OK	17%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.75	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	17.8%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.37	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	7.30	MPa					
Verifica lato legno	0.60		≤	1		OK	60.1%
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.38	MPa	≤	2.28	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.61	kN	≤	2.51	kN	OK	64.3%
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$		1516.92 MPa	$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$		5.16E+07 N	
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$		5555.55556 MPa	$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$		6.88E+09 Nmm ²	
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$		816.1 MPa	$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$		1.08E+08 N	
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.084614689	$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$		2.03E+11 Nmm ²	
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1				
distanza baricentro legno	a_{legno}		3.7E+00 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		9.1E+01 mm				
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$		2.5E+11 Nmm ²				
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.21	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.55	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.76	MPa	≤	6.91	MPa	OK	11.0%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.34	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	8.0%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.37	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	7.51	MPa					
Verifica lato legno	0.62		≤	1		OK	61.6%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.60	kN	≤	2.51	kN	OK	63.7%

VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.07				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		95.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		5.49 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		89.51 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		4.9E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=0	$u_{1, \text{ t=0}}$		4.16 mm	≤	10.29 mm	OK	40%
freccia carichi ACC t=0	$u_{2, \text{ t=0}}$		4.18 mm	≤	10.29 mm	OK	41%
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$		8.34 mm	≤	14.40 mm	OK	58%
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$		1224.09 N/mm				
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.12				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		95.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		5.21 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		89.79 mm				
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t}=\infty}$		2.6E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1 \text{ t}=\infty}$		7.73 mm				
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2 \text{ t}=\infty}$		0.00 mm				
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$		7.73 mm	≤	14.40 mm	OK	54%

Travetti esistenti 15x17L=3.60 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB	
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		C22	
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	<div><div>VITI</div><div>FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO</div><div>Ø8 x 140</div><div>γ_{M,unione} = 1.50</div><div>γ_{M,OSB} = 1.50</div><div>γ_{M,L} = 1.50</div><div>classe di durata del carico</div><div>BREVE</div><div>k_{mod,trave} 0.9</div><div>k_{def,trave} 0.8</div><div>k_{mod,OSB} 0.7</div><div>k_{def,OSB} 2.25</div><div></div></div>
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa	
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa	
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa	
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa	
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa	
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m³	
CLASSE DI SERVIZIO		2	
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO			
Luce solaio	L	3.60 m	<div><div>TIPO PANNELLO:</div><div>OSB/3</div><div>A_{OSB} 34000.00 mm²</div><div>J_{OSB} 4.53E+06 mm⁴</div><div>E_{OSB} · A_{OSB} 1.68E+08 N</div><div>E_{OSB} · J_{OSB} 2.23E+10 Nmm²</div><div>E_{legno} · A_{tr} 2.55E+08 N</div><div>E_{legno} · J_{tr} 6.14E+11 Nmm²</div><div>i_{eq} =</div><div>≤ 800 mm</div><div>≥ 48 mm</div><div>n°strati pannello OSB: 2</div><div>OK</div></div>
Base trave di legno	B	150 mm	
Altezza trave di legno	H	170 mm	
Interasse travi	i _{tr}	0.85 m	
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	
diametro nominale vite	d	8 mm	
diametro gambo	d _f	5.8 mm	
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm	
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm	
interasse connettori appoggi	i _{app}	200 mm	
lunghezza viti	L	140 mm	
Lungh infiss viti nel legno	l _w	100 mm	
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	40 mm	
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO			CARATT MECC OSB
Durata azione			
flessione	f _{m,d}	13.20 MPa	f _{m,d} 6.91 MPa
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	7.80 MPa	f _{t,0,d} 4.20 MPa
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.24 MPa	f _{c,0,d} 6.91 MPa
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	12.00 MPa	f _{v,d} 3.17 MPa
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.44 MPa	E _{0,M,OSB} 4930 MPa
taglio	f _{v,d}	2.28 MPa	ρ _{m,OSB} 5.50 kN/m³
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB} 41.68 MPa
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE			RESISTENZA CONNESSIONE
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett 8.00 kN
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot f
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno 2.51 kN
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness 2.51 kN
ANALISI DEI CARICHI			
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.75 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.10 kN/m²	
Peso proprio elementi strutturali			
			g _{2,k} · i _{tr} 0.64 kN/m
			q _k · i _{tr} 0.94 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.33 kN/m
			COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:
			g _{2,k} · i _{tr} 0.64 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.00	q _k · i _{tr} · ψ ₂ 0.00 kN/m
			g _{1,k} · i _{tr} 0.33 kN/m

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50				
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$	1.40 kN/m		$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L / 350	10.29	mm
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$	2.80 kN/m		$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L / 350	10.29	mm
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L / 250	14.40	mm
Combinazione 1 (permanenti)	M_{Edu1}	2.26 kNm		t = ∞			
	$V_{Ed,1}$	2.52 kN					
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$	4.54 kNm		$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L / 250	14.40	mm
	$V_{Ed,2}$	5.04 kN					
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.049					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza tra i baric geometrici	a	105 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	3.3E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{OSB}	1.0E+02 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	7.2E+11 N/mm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.15	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.62	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.77	MPa	≤	6.91	MPa	OK	11%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.46	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	11.1%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.20	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	5.33	MPa					
Verifica lato legno	0.43		≤	1		OK	43.0%
Verifica sollecitazioni taglienti							
tensione tangenziale legno	0.30	MPa	≤	2.28	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.16	kN	≤	2.51	kN	OK	46.2%
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa		$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	5.16E+07 N		
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa		$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	6.88E+09 Nmm ²		
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa		$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.42E+08 N		
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.084614689		$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	3.41E+11 Nmm ²		
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1					
distanza baricentro legno	a_{legno}	3.1E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.0E+02 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	3.9E+11 Nmm^2					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.15	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.35	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.50	MPa	≤	6.91	MPa	OK	7.2%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.20	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	4.7%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.20	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	5.43	MPa					
Verifica lato legno	0.44		≤	1		OK	43.7%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.14	kN	≤	2.51	kN	OK	45.3%

VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.07					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	105.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.70 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	100.30 mm					
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$	7.6E+11 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=0	$u_1, t=0$	2.77 mm	≤	10.29	mm	OK	27%
freccia carichi ACC t=0	$u_2, t=0$	2.68 mm	≤	10.29	mm	OK	26%
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	5.45 mm	≤	14.40	mm	OK	38%
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$	1224.09 N/mm					
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.12					
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}	1.00					
distanza tra i baric geometrici	a	105.00 mm					
distanza baricentro legno	a_{legno}	4.46 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	100.54 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t}=\infty}$	4.1E+11 Nmm^2					
freccia carichi PERM t=∞	$u_1 \text{ t}=\infty$	5.09 mm					
freccia carichi ACC t=∞	$u_2 \text{ t}=\infty$	0.00 mm					
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$	5.09 mm	≤	14.40	mm	OK	35%

Travetti esistenti 14x17 L=3.60 m + doppio tavolato OSB/3

Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB	
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno		C22	
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	<div><div>VITI</div><div>FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO</div><div>ø8 x 140</div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div></div></div></div>

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50	mm			
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$		1.44 kN/m	$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L /	350	10.57
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$		2.91 kN/m	$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L /	350	10.57
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	14.80
Combinazione 1 (permanenti)	$M_{Ed,1}$		2.47 kNm	t = ∞			
	$V_{Ed,1}$		2.67 kN	mm			
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$		4.98 kNm	$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	14.80
	$V_{Ed,2}$		5.38 kN				
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.049				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1				
distanza tra i baric geometrici	a		105 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		3.7E+00 mm				
distanza baricentro OSB	a_{OSB}		1.0E+02 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		6.9E+11 N/mm ²				
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.18	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.71	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.89	MPa	≤ 6.91	MPa	OK	13%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.54	MPa	≥ -4.20	MPa	OK	12.8%	
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.27	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	6.15	MPa					
Verifica lato legno	0.50		≤ 1		OK	50.0%	
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.34	MPa	≤ 2.28	MPa	OK		
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.37	kN	≤ 2.51	kN	OK	54.5%	
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$	1516.92 MPa	$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$	5.40E+07 N			
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$	5555.555556 MPa	$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$	7.20E+09 Nmm ²			
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$	816.1 MPa	$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$	1.32E+08 N			
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}	0.085299791	$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$	3.18E+11 Nmm ²			
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$	1					
distanza baricentro legno	a_{legno}	3.5E+00 mm					
distanza baricentro OSB	a_{osb}	1.0E+02 mm					
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$	3.7E+11 Nmm ²					
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.17	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.40	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.58	MPa	≤ 6.91	MPa	OK	8.4%	
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.23	MPa	≥ -4.20	MPa	OK	5.4%	
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.26	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	6.28	MPa					
Verifica lato legno	0.51		≤ 1		OK	50.9%	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.34	kN	≤ 2.51	kN	OK	53.6%	

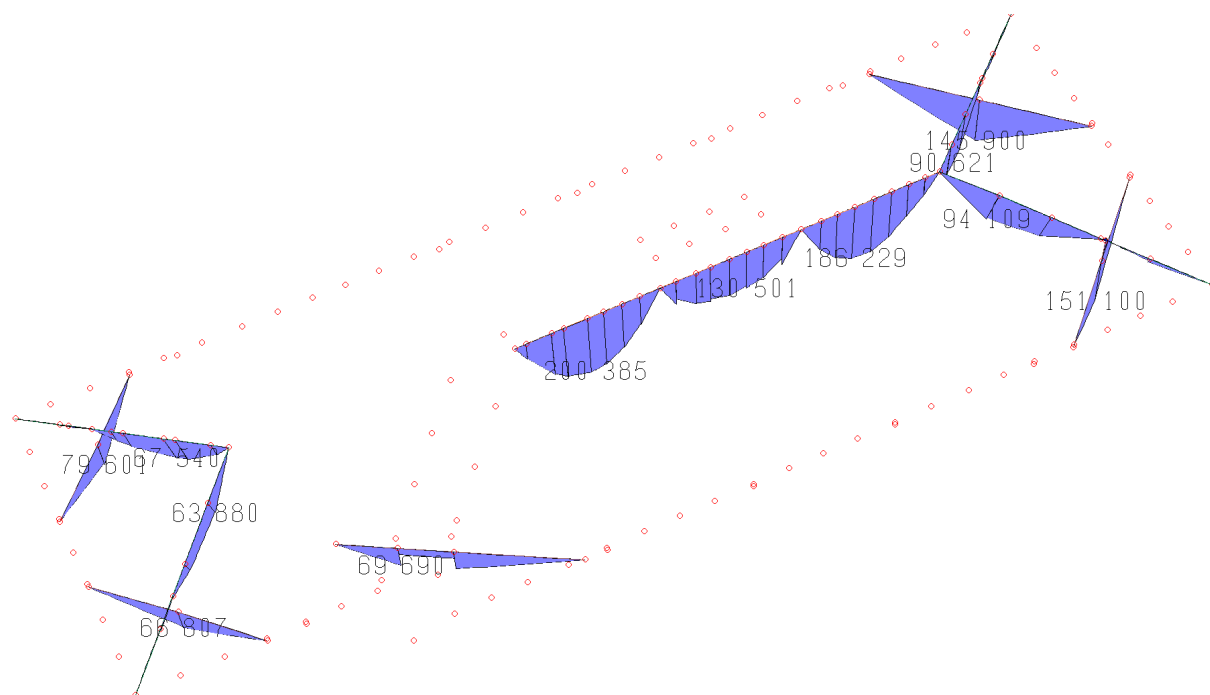
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.07				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		105.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		5.29 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		99.71 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		7.3E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=0	$u_{1, \text{ t=0}}$	3.33	mm ≤ 10.57	mm	OK	31%	
freccia carichi ACC t=0	$u_{2, \text{ t=0}}$	3.28	mm ≤ 10.57	mm	OK	31%	
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$	6.61	mm ≤ 14.80	mm	OK	45%	
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$		1224.09 N/mm				
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.12				
Coeff rigidezza eff lato legno	$\gamma_{a_{leg}}$		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		105.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		5.01 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		99.99 mm				
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t}=\infty}$		4.0E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1 \text{ t}=\infty}$		6.14 mm				
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2 \text{ t}=\infty}$		0.00 mm				
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$		6.14 mm ≤ 14.80	mm	OK	41%	

Travetti esistenti 16x14 L=3.40 m + doppio tavolato OSB/3

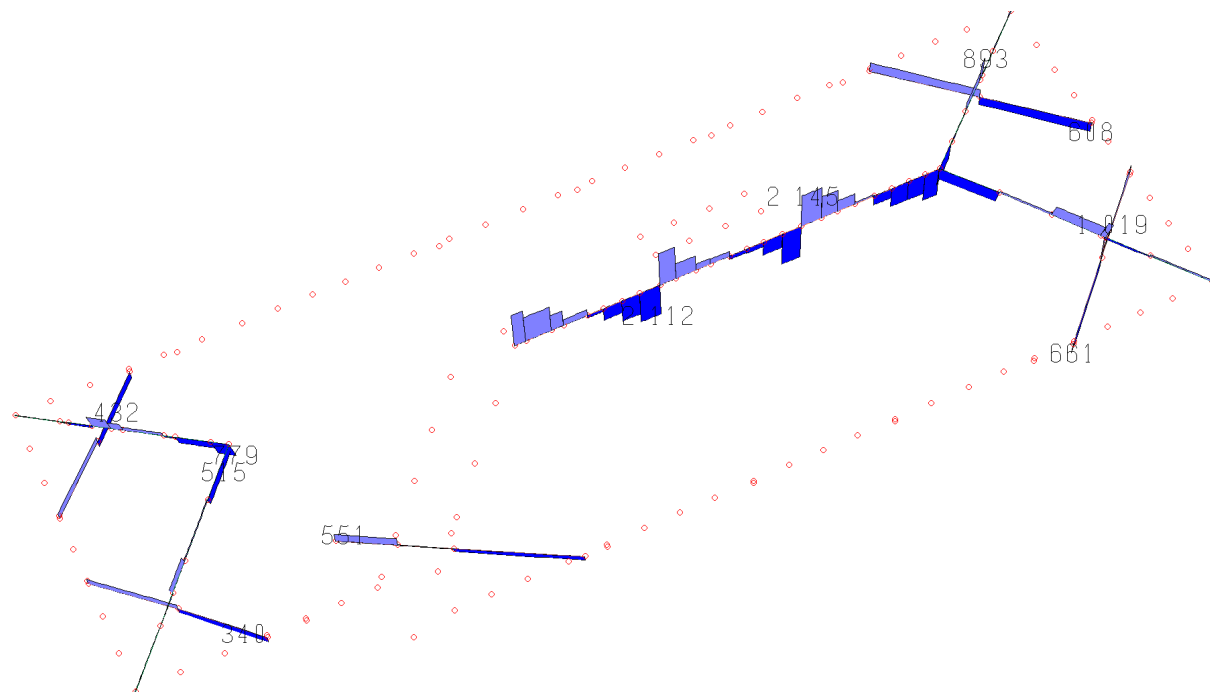
Progetto:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA		
TRAVETTI COPERTURA		SEZ COMP LEGNO/OSB		
CARATTERISTICHE MATERIALI TRAVI				
tipologia di legno	MASSICCIO			
classe del legno	C	22		
flessione	f _{m,0,k}	22 MPa	VITI	
trazione parallela fibratura	f _{t,0,k}	13 MPa		
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,k}	0.4 MPa	FRIULSIDER TPS FM-WOOD PRO	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,k}	20 MPa		
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,k}	2.4 MPa	ø 8 x 140	
taglio	f _{v,k}	3.8 MPa		
modulo elast medio parallelo	E _{0,mean}	10000 MPa	γ _{M,unione} = 1.50	
mod elast caratt parallelo	E _{0,05}	6700 MPa		
mod elast medio perpendicolare	E _{90,mean}	330 MPa	γ _{M,OSB} = 1.50	
mod taglio medio	G _{mean}	630 MPa		
massa volumica media trave in legno	ρ _{k,tr}	3.4 kN/m^3	γ _{M,L} = 1.50	
CLASSE DI SERVIZIO		2		
BREVE				
		0.9	k _{def,trave} 0.8	
		0.7	k _{def,OSB} 2.25	
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOLAIO				
Luce solaio	L	3.40 m	TIPO PANNELLO: OSB/3	
Base trave di legno	B	160 mm	A _{OSB} 36000.00 mm²	
Altezza trave di legno	H	140 mm	J _{OSB} 4.80E+06 mm⁴	
Interasse travi	i _{tr}	0.90 m	E _{OSB} · A _{OSB} 1.77E+08 N	
Spessore PANNELLO OSB	s	40 mm	E _{OSB} · J _{OSB} 2.37E+10 Nmm²	
Spess tavolato non strutt	t	0 mm	E _{legno} · A _{tr} 2.24E+08 N	
diametro nominale vite	d	8 mm	E _{legno} · J _{tr} 3.66E+11 Nmm²	
diametro gambo	d _f	5.8 mm	i _{eq} = 800 mm	
diametro efficace	d _{ef}	5.8 mm		
interasse connettori campata	i _{camp}	300 mm		
interasse connettori appoggi	i _{app}	200 mm		
lunghezza viti	L	140 mm	i _{eq} = 225 mm	
Lungh infiss viti nel legno	l _w	100 mm		
Lungh infiss viti nel tavolato	l _c	40 mm	n°strati pannello OSB: 2	
CARATTERISTICHE LEGNO DI PROGETTO				
CARATT MECC OSB				
Durata azione				
flessione	f _{m,d}	13.20 MPa	f _{m,d} 6.91 MPa	
trazione parallela fibratura	f _{t,0,d}	7.80 MPa	f _{t,0,d} 4.20 MPa	
trazione perpendicolare fibrat	f _{t,90,d}	0.24 MPa	f _{c,0,d} 6.91 MPa	
compressione parallela fibrat	f _{c,0,d}	12.00 MPa	f _{v,d} 3.17 MPa	
compressione perpendicol fibr	f _{c,90,d}	1.44 MPa	E _{0,M,OSB} 4930 MPa	
taglio	f _{v,d}	2.28 MPa	ρ _{m,OSB} 5.50 kN/m³	
resistenza rifollamento	f _{h,k}	25.76 MPa	f _{h,k,OSB} 41.68 MPa	
CARATTERISTICHE MECCANICHE CONNESSIONE				
RESISTENZA CONNESSIONE				
massa volumica media		424 kg/mc	rott connett 8.00 kN	
rigidezza connessione	K _{ser}	2203 N/mm	meccanismo rot f	
rigidezza connessione SLU	K _u = 2/3 · K _{ser}	1469 N/mm	rottura legno 2.51 kN	
Momento snervamento connett	M _{y,k}	25000 Nmm	rott conness 2.51 kN	
ANALISI DEI CARICHI				
Perm portati (al netto pp pannello)	g _{2,k}	0.75 kN/m²	COMBINAZIONE RARA:	
Sovraccarico accidentale	q _{k,1}	1.10 kN/m²	g _{2,k} · i _{tr} 0.68 kN/m	
Peso proprio elementi strutturali			q _k · i _{tr} 0.99 kN/m	
				g _{1,k} · i _{tr} 0.32 kN/m
				COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE:
				g _{2,k} · i _{tr} 0.68 kN/m
Coefficiente di combinazione	ψ ₂	0.00	q _k · i _{tr} · ψ ₂ 0.00 kN/m	
				g _{1,k} · i _{tr} 0.32 kN/m

CARICHI SLU				LIMITI DI DEFORMABILITA' SLE			
Tipo di azione	γ_{g1}	γ_{g2}	γ_{q1}	t = 0			
Coeff parz di sicurezza SLU	1.35	1.50	1.50				
Combinazione 1 (permanenti)	$f_{1,d}$		1.45 kN/m	$\delta_{lim \text{ PERM}}$	L /	350	mm
Combinazione 2 (perm+acc)	$f_{2,d}$		2.93 kN/m	$\delta_{lim \text{ ACC}}$	L /	350	9.71
SOLLECITAZIONI SLU				$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	13.60
Combinazione 1 (permanenti)	$M_{Ed,1}$		2.09 kNm	t = ∞			
	$V_{Ed,1}$		2.46 kN				
Combinazione 2 (perm+acc)	$M_{Ed,2}$		4.24 kNm	$\delta_{lim \text{ TOT}}$	L /	250	mm
	$V_{Ed,2}$		4.98 kN	13.60			
VERIFICA SLU - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.041				
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}		1				
distanza tra i baric geometrici	a		90 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		2.9E+00 mm				
distanza baricentro OSB	a_{OSB}		8.7E+01 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		4.5E+11 N/mm ²				
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.17	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.93	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	1.10	MPa	≤	6.91	MPa	OK	16%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.77	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	18.2%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.27	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	6.63	MPa					
Verifica lato legno	0.54		≤	1		OK	53.7%
Verifica sollecitazioni taglianti							
tensione tangenziale legno	0.33	MPa	≤	2.28	MPa	OK	
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.43	kN	≤	2.51	kN	OK	56.9%
VERIFICA SLU - TEMPO INFINITO							
Modulo elastico osb a tempo inf	$E_{osb,\infty}$		1516.92 MPa	$E_{c,\infty} \cdot A_{osb}$		5.46E+07 N	
Mod elastico legno a tempo inf	$E_{0,mean,\infty}$		5555.55556 MPa	$E_{c,\infty} \cdot J_{osb}$		7.28E+09 Nmm ²	
rigidezza conness a tempo inf	$K_{u,\infty}$		816.1 MPa	$E_{0,m,\infty} \cdot A_{tr}$		1.24E+08 N	
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.072244472	$E_{0,m,\infty} \cdot J_{tr}$		2.03E+11 Nmm ²	
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}		1				
distanza baricentro legno	a_{legno}		2.8E+00 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		8.7E+01 mm				
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff,\infty}$		2.4E+11 Nmm ²				
Tensioni normali lato OSB							
$\sigma_{N1,d}$	0.17	MPa					
$\sigma_{M1,d}$	0.53	MPa					
$\sigma_{c,OSB,d}$	0.70	MPa	≤	6.91	MPa	OK	10.1%
$\sigma_{t,OSB,d}$	-0.36	MPa	≥	-4.20	MPa	OK	8.7%
Tensioni normali lato legno							
$\sigma_{N2,d}$	0.27	MPa					
$\sigma_{M2,d}$	6.82	MPa					
Verifica lato legno	0.55		≤	1		OK	55.1%
Verifica connessione							
Taglio sulla connessione	1.42	kN	≤	2.51	kN	OK	56.7%
VERIFICA SLE - TEMPO ZERO							
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.06				
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		90.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		4.13 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		85.87 mm				
Modulo efficace a t = 0	$E_{j,eff}$		4.7E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=0	$u_{1,t=0}$		3.67 mm	≤	9.71	mm	OK
freccia carichi ACC t=0	$u_{2,t=0}$		3.64 mm	≤	9.71	mm	OK
freccia totale t = 0	$u_1 + u_2$		7.31 mm	≤	13.60	mm	OK
VERIFICA SLE - TEMPO INFINITO							
rigidezza connessione t = ∞	$K_{ser \text{ t}=\infty}$		1224.09 N/mm				
Coeff rigidezza eff lato OSB	γ_{OSB}		0.10				
Coeff rigidezza eff lato legno	γ_{aleg}		1.00				
distanza tra i baric geometrici	a		90.00 mm				
distanza baricentro legno	a_{legno}		3.95 mm				
distanza baricentro OSB	a_{osb}		86.05 mm				
Modulo efficace a t = ∞	$E_{j,eff, \text{ t} = \infty}$		2.5E+11 Nmm ²				
freccia carichi PERM t=∞	$u_{1 \text{ t}=\infty}$		6.80 mm				
freccia carichi ACC t=∞	$u_{2 \text{ t}=\infty}$		0.00 mm				
freccia totale t = ∞	$u_1 + u_2$		6.80 mm	≤	13.60	mm	OK
				50%			

Sollecitazioni negli elementi primari rinforzati con nuovi elementi



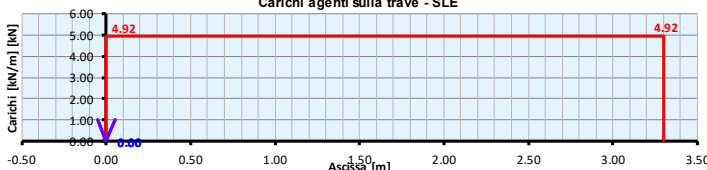
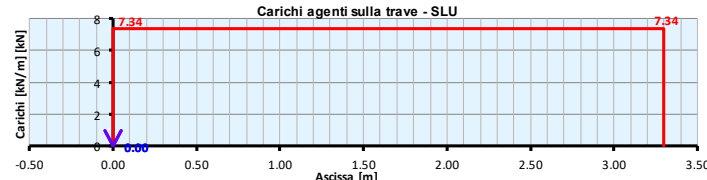
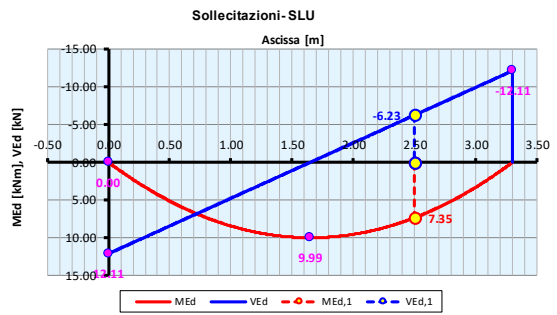
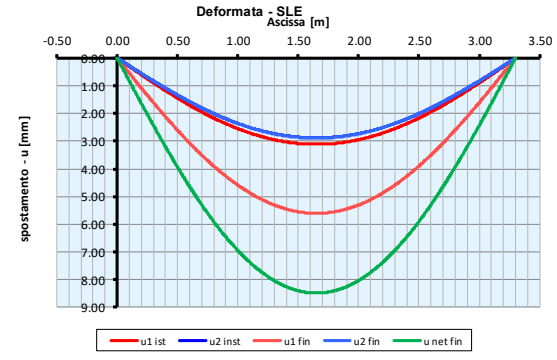
Momento flettente [daNcm]



Prospettiva

Taglio [daN]

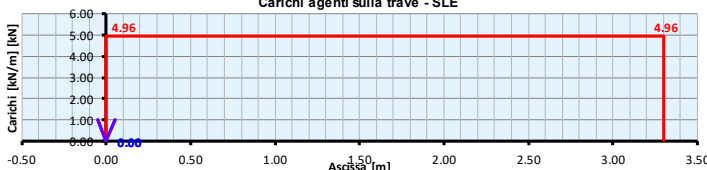
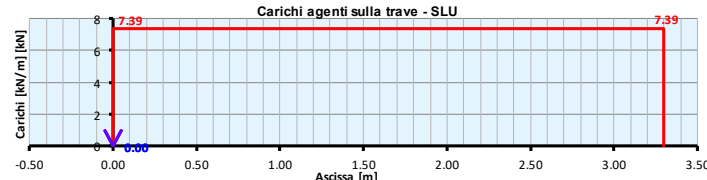
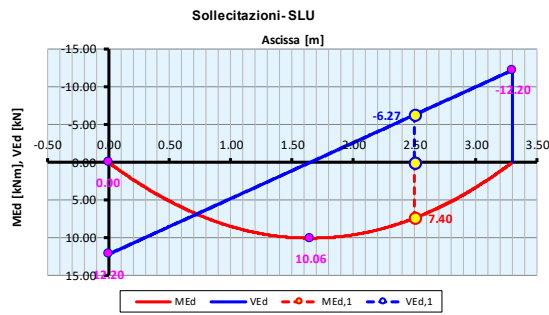
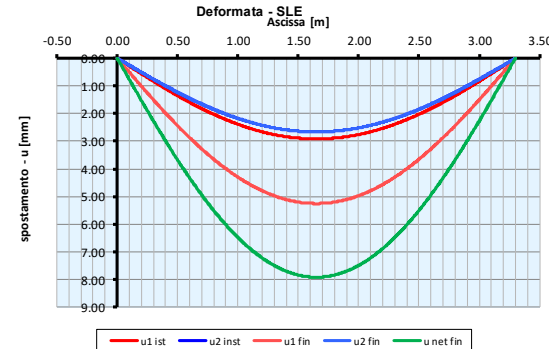
Colmo esistente 19x20 L=3.30 m interasse ridotto

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		19 x 20	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	19.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	12667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1267	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	1	0.19	0.19
$g_{k,1}$	0.40	2.15	2.15
$g_{k,2}$	0.70	2.15	2.15
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	2.15	2.15
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
			
Sollecitazioni - SLU			
			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	9.99	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	7.89	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	60% OK
taglio massimo	V_d [kN]	12.11	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.48	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	21% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{q,Gk}$	4.22	4.22
	$R_{q,Qk}$	3.90	3.90
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	2.9	26% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	2.9	22% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	5.6	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	8.5	51% OK
$L/u_{2,inst}$		1145	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		1145	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		389	≥ 200

Nuovo colmo aggiuntivo 16x20 L=3.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
NUOVO COLMO COPERTURA		16 x 20	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		LAMELLARE	
classe del legno	GL	24H	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	24	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.5	
moduli elastici legno	E [MPa]	11500	
	$E_{0.05}$ [MPa]	9600	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.45	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	10667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1067	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	1	0.16	0.16
$g_{k,1}$	0.40	2.15	2.15
$g_{k,2}$	0.70	2.15	2.15
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	2.15	2.15
$q_{k,2}$	0.00	0.00	0.00
Carichi concentrati	valore	a	$Y_{G,0}$
permanenti	[kN]	[m]	[-]
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
4.89	0.00		
0.00	0.00		
4.89	3.30		
Carichi agenti sulla trave - SLU			
Carichi [kN/m]	Ascissa [m]		
7.30	0.00		
0.00	0.00		
7.30	3.30		
Sollecitazioni-SLU			
MEd [kNm], VEd [kN]	Ascissa [m]		
0.00	0.00		
-1.05	0.00		
-6.19	2.50		
-12.05	3.30		
9.94	1.65		
7.31	2.65		
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	9.94	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	9.32	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	14.90	63% OK
taglio massimo	V_d [kN]	12.05	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.56	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.17	26% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
	$R_{q,Gk}$	4.17	4.17
	$R_{q,Qk}$	3.90	3.90
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
spostamento - u [mm]	Ascissa [m]		
0.00	0.00		
1.00	0.50		
2.00	1.00		
3.00	1.50		
4.00	2.00		
5.00	2.50		
6.00	3.00		
7.00	3.30		
8.00			
9.00			
10.00			
freccia istantanea (car. var.)		$u_{2,inst}$ [mm]	3.0
freccia finale (car. var.)		$u_{2,fin}$ [mm]	3.0
freccia finale (car. perm.)		$u_{1,fin}$ [mm]	5.7
freccia totale finale		$u_{net,fin}$ [mm]	8.7
$L/U_{2,inst}$			1108
$L/U_{2,fin}$			1108
$L/U_{net,fin}$			379

Nuovo colmo aggiuntivo 24x19 L=3.30 m interasse ridotto

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
COLMI COPERTURA		24 x 19	
luce trave	L [m]	3.30	
Schema statico		APPOGGIO	
larghezza trave	B [cm]	24.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno		MASSICCIO	
tipologia di legno		C	22
classe del legno			
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	13718	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1444	
Analisi dei carichi			
Carichi lineari	valore	i_{max}	i_{min}
permanenti	[kN/m ²]	[m]	[m]
$g_{k,PP}$	0.95	0.24	0.24
$g_{k,1}$	0.40	2.15	2.15
$g_{k,2}$	0.70	2.15	2.15
variabili	[kN/m ²]	[m]	[m]
$q_{k,1}$	1.10	2.15	2.15
Carichi concentrati	valore	a	$\gamma_{G,Q}$
permanenti	[kN]	[m]	
G_{k1}	0.00	0.00	1.50
G_{k2}	0.00	0.00	1.50
variabili			
Q_{k1}	0.00	0.00	1.50
Q_{k2}	0.00	0.00	1.50
Carichi agenti sulla trave - SLE			
			
Carichi agenti sulla trave - SLU			
			
Sollecitazioni - SLU			
			
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo	M_d [kNm]	10.06	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	6.97	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	53% OK
taglio massimo	V_d [kN]	12.20	
tensione da taglio	$\tau_{v,d}$ [MPa]	0.40	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	18% OK
Reazioni vincolari (S.L.E.)			
	R_k	SX	DX
		[kN]	[kN]
	$R_{g,Qk}$	4.28	4.28
	$R_{g,Qk}$	3.90	3.90
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave			COPERTURA
Deformata - SLE			
			
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	2.7	24% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	2.7	20% OK
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	5.3	
freccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	7.9	48% OK
$L/u_{2,inst}$		1240	≥ 300
$L/u_{2,fin}$		1240	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		417	≥ 200

Nuovo bordonale 16x20 L=5.40 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
NUOVI BORDONALI COPERTURA		16 x 20	
luce trave	L [m]	5.40	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		LAMELLARE	
classe del legno	GL	24H	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	24	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.5	
moduli elastici legno	E [MPa]	11500	
	E _{0.05} [MPa]	9600	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.45	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	10667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1067	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	6.77	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	6.35	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	14.90 43% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	7.70	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.36	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.17 17% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	4.00 19% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	4.0 19% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	5.30	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	9.5	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	9.3 34% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	13.5 50% OK	
L/u _{2,inst}		1350	≥ 250
L/u _{2,fin}		1350	≥ 250
L/u _{net,fin}		399	≥ 200

Nuovo bordonale 16x20 L=5.40 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
NUOVI BORDONALI COPERTURA		16 x 20	
luce trave	L [m]	5.40	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		LAMELLARE	
classe del legno	GL	24H	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	24	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.5	
moduli elastici legno	E [MPa]	11500	
	E _{0.05} [MPa]	9600	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.45	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	10667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1067	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	6.38	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	5.98	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	14.90	
taglio massimo	V _d [KN]	5.12	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.24	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.17	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	3.50	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	3.5	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	4.80	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	8.6	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	8.3	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	12.1	
L/u _{2,inst}		1543	≥ 250
L/u _{2,fin}		1543	≥ 250
L/u _{net,fin}		445	≥ 200

Nuovo bordonale 16x20 L=6.30 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA		
NUOVI BORDONALI COPERTURA		16 x 20		
luce trave	L	[m]	6.30	
larghezza trave	B	[cm]	16.0	
altezza trave	H	[cm]	20.0	
classe di servizio	CS		2	
classe di durata del carico	CD		BREVE	
coefficiente	k _{mod}	[-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def}	[-]	0.80	
Caratteristiche legno				
tipologia di legno			LAMELLARE	
classe del legno	GL		24H	
resistenza a flessione	f _{m,k}	[MPa]	24	
resistenza a taglio	f _{v,k}	[MPa]	3.5	
moduli elastici legno	E	[MPa]	11500	
	E _{0.05}	[MPa]	9600	
coeff. materiale	γ _M	[-]	1.45	
Parametri di calcolo sezione				
momento inerzia sez.	J	[cm ⁴]	10667	
modulo resist. sez.	W	[cm ³]	1067	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)				
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d	[kNm]	9.38	
tensione da flessione	σ _{m,d}	[MPa]	8.79	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d}	[MPa]	14.90	
taglio massimo	V _d	[KN]	10.17	
tensione da taglio	τ _{m,d}	[MPa]	0.48	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d}	[MPa]	2.17	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)				
posizione della trave			COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂	[-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst}	[mm]	6.80	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin}	[mm]	6.8	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst}	[mm]	8.70	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin}	[mm]	15.7	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst}	[mm]	15.5	
fraccia totale finale	u _{net,fin}	[mm]	22.5	
L/u _{2,inst}			926	≥ 250
L/u _{2,fin}			926	≥ 250
L/u _{net,fin}			280	≥ 200

Bordonale esistente 15x19 L=6.50 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
BORDONALI COPERTURA		15 x 19	
luce trave	L [m]	6.30	
larghezza trave	B [cm]	15.0	
altezza trave	H [cm]	19.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	24	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	24	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	4.0	
moduli elastici legno	E [MPa]	11000	
	E _{0.05} [MPa]	7400	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	8574	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	903	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	9.30	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	10.30	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	14.40 72% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	9.34	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.49	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.40 20% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	7.00 28% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	7.0 28% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	9.50	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	17.1	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	16.5 52% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	24.1 77% OK	
L/u _{2,inst}		900	≥ 250
L/u _{2,fin}		900	≥ 250
L/u _{net,fin}		261	≥ 200

Nuovo traverso rompitratta 16x20 L=3.80 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
NUOVA ROMPITRATTA COPERTURA		16 x 20	
luce trave	L [m]	3.80	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		LAMELLARE	
classe del legno	GL	24H	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	24	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.5	
moduli elastici legno	E [MPa]	11500	
	$E_{0.05}$ [MPa]	9600	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.45	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	10667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1067	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	7.98	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	7.48	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	14.90	50% OK
taglio massimo	V_d [kN]	4.20	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.20	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.17	9% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	2.50	16% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	2.5	16% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	3.60	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	6.5	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	6.1	32% OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	9.0	47% OK
$L/u_{2,inst}$		1520	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		1520	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		423	≥ 200

Nuovo traverso rompitratta 16x20 L=4.00 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
NUOVA ROMPITRATTA COPERTURA		16 x 20	
luce trave	L [m]	4.00	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	20.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		LAMELLARE	
classe del legno	GL	24H	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	24	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.5	
moduli elastici legno	E [MPa]	11500	
	E _{0.05} [MPa]	9600	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.45	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	10667	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1067	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	6.66	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	6.24	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	14.90 42% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	3.33	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.16	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.17 7% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	2.40 15% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	2.4 15% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	3.60	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	6.5	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	6.0 30% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	8.9 44% OK	
L/u _{2,inst}		1667	≥ 250
L/u _{2,fin}		1667	≥ 250
L/u _{net,fin}		450	≥ 200

Nuovo traverso rompitratta 16x24 L=5.20 m

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
NUOVA ROMPITRATTA COPERTURA		16 x 24	
luce trave	L [m]	5.20	
larghezza trave	B [cm]	16.0	
altezza trave	H [cm]	24.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		LAMELLARE	
classe del legno	GL	24H	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	24	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.5	
moduli elastici legno	E [MPa]	11500	
	E _{0.05} [MPa]	9600	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.45	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	18432	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1536	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	15.13	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	9.85	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	14.90 66% OK	
taglio massimo	V _d [KN]	6.61	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.26	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.17 12% OK	
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	4.50 22% OK	
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	4.5 22% OK	
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	6.40	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	11.5	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	10.9 42% OK	
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	16.0 62% OK	
L/u _{2,inst}		1156	≥ 250
L/u _{2,fin}		1156	≥ 250
L/u _{net,fin}		325	≥ 200

Rinforzo trasverso rompitratta esistente 14x18 L=5.20 m + 2x8x16

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		30 x 16	
luce trave	L [m]	5.80	
larghezza trave	B [cm]	30.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k_{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k_{def} [-]	0.80	
Caratteristiche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	$f_{m,k}$ [MPa]	22	
resistenza a taglio	$f_{v,k}$ [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	$E_{0.05}$ [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ_M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	1266	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1438	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M_d [kNm]	6.96	
tensione da flessione	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	4.84	
resist. di progetto a flessione	$f_{m,d}$ [MPa]	13.20	37% OK
taglio massimo	V_d [kN]	5.53	
tensione da taglio	$\tau_{m,d}$ [MPa]	0.17	
resist. di progetto a taglio	$f_{v,d}$ [MPa]	2.28	8% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ_2 [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	$u_{2,inst}$ [mm]	3.50	15% OK
freccia finale (car. var.)	$u_{2,fin}$ [mm]	3.5	15% OK
freccia istantanea (car. perm.)	$u_{1,inst}$ [mm]	5.60	
freccia finale (car. perm.)	$u_{1,fin}$ [mm]	10.1	
fraccia totale istantanea	$u_{net,inst}$ [mm]	9.1	31% OK
fraccia totale finale	$u_{net,fin}$ [mm]	13.6	47% OK
$L/u_{2,inst}$		1657	≥ 250
$L/u_{2,fin}$		1657	≥ 250
$L/u_{net,fin}$		427	≥ 200

Rinforzo trasverso rompitratta esistente 17x19 L=5.20 m + 2x8x16

PROGETTO:		SCUOLA TRUBAR - BASOVIZZA	
ROMPITRATTA COPERTURA		33 x 16	
luce trave	L [m]	4.90	
larghezza trave	B [cm]	33.0	
altezza trave	H [cm]	16.0	
classe di servizio	CS	2	
classe di durata del carico	CD	BREVE	
coefficiente	k _{mod} [-]	0.90	
coeff. di fluage	k _{def} [-]	0.80	
Caratterisitche legno			
tipologia di legno		MASSICCIO	
classe del legno	C	22	
resistenza a flessione	f _{m,k} [MPa]	22	
resistenza a taglio	f _{v,k} [MPa]	3.8	
moduli elastici legno	E [MPa]	10000	
	E _{0.05} [MPa]	6700	
coeff. materiale	γ _M [-]	1.50	
Parametri di calcolo sezione			
momento inerzia sez.	J [cm ⁴]	15179	
modulo resist. sez.	W [cm ³]	1705	
Verifiche di resistenza (S.L.U.)			
mom. flettente massimo (pos/neg)	M _d [kNm]	15.33	
tensione da flessione	σ _{m,d} [MPa]	8.99	
resist. di progetto a flessione	f _{m,d} [MPa]	13.20	68% OK
taglio massimo	V _d [KN]	6.20	
tensione da taglio	τ _{m,d} [MPa]	0.18	
resist. di progetto a taglio	f _{v,d} [MPa]	2.28	8% OK
Verifiche di deformabilità (S.L.E.)			
posizione della trave		COPERTURA	
coeff. Combinazione	ψ ₂ [-]	0.0	
freccia istantanea (car. var.)	u _{2,inst} [mm]	6.08	31% OK
freccia finale (car. var.)	u _{2,fin} [mm]	6.1	31% OK
freccia istantanea (car. perm.)	u _{1,inst} [mm]	8.29	
freccia finale (car. perm.)	u _{1,fin} [mm]	14.9	
fraccia totale istantanea	u _{net,inst} [mm]	14.4	59% OK
fraccia totale finale	u _{net,fin} [mm]	21.0	86% OK
L/u _{2,inst}		806	≥ 250
L/u _{2,fin}		806	≥ 250
L/u _{net,fin}		233	≥ 200

4.3.1.5. Collegamenti con viti tipo "Friulsider VCN TPS / VCN TC" fra gli elem. lignei

Nuovi travetti Bilama16x16 L=3.70 m / Bordonale 16x20

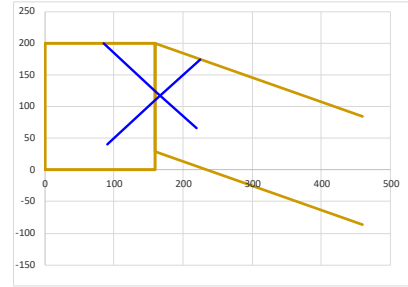
VERIFICA CONNESSIONE CON VITI INCROCIATE TIPO FRIULSIDER VCN TPS / VCN TC

Geometria trave principale

larghezza trave	B1	[cm]	16.0
altezza trave	H1	[cm]	20.0
Coefficiente di sicurezza UNIONI	Y _M	[-]	1.50
Coefficiente di sicurezza sull'acciaio delle viti	Y _{M2}	[-]	1.25
Coefficiente parziale di sicurezza acciaio viti	Y _{M1}	[-]	1.05
coefficiente	k _{mod}	[-]	0.90
Angolo inclinazione trave secondaria sul piano orizzontale	α _T	[°]	45.0
Angolo inclinazione viti che partono dalla trave principale	α ₁	[°]	45.0
Angolo inclinazione viti che partono dalla trave secondaria	α ₂	[°]	45.0
Angolo inclinazione puntone	β	[°]	21.0
tipo di vite scelta	d	[mm]	8.0
	L	[mm]	200.0
Eseguire PREFORO			SI
lunghezza vite	L _g	[mm]	190
Numero di coppie di connettori inserite nel giunto	n	[-]	2.0
densità del legno	ρ _k	[kN/mc]	3.5
	f _{yk}	[MPa]	940
	m _{HT}	[mm]	75.0
	m _{NT}	[mm]	70.0



vite: 8x200

Ø_{preforo} ≅ 5.6 mm

Resistenza giunto per azioni assiali

F_{a,Rd} [kN] 12.96 41% OK

Lunghezze efficaci viti:

l _{ef,1,T}	[mm]	106.07 ≥	48 [mm]	OK
l _{ef,2,T}	[mm]	83.934 ≥	48 [mm]	OK
l _{ef,2,C}	[mm]	92.420 ≥	48 [mm]	OK
l _{ef,1,C}	[mm]	97.580 ≥	48 [mm]	OK

Verifiche geometriche viti in estrazione

Interasse minimo consentito tra le coppie di viti	a _{2,min}	[mm]	40	
Distanza minima da bordi della coppia	a _{2,CG,min}	[mm]	32	
Distanza dai bordi nel caso in esame	a _{2,CG}	[mm]	60 ≥	32 [mm] OK
distanza viti 1 da bordo superiore	a _{3f,1}	[mm]	75 ≥	61 [mm] OK
distanza viti 12da bordo superiore	a _{3f,2}	[mm]	90 ≥	61 [mm] OK

Estrazione della parte filettata - trave principale - VITE 1

Angolo vite/fibra lato testa - trave principale	α _T	[°]	45.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	f _{ax,k}	[MPa]	14.40
resistenza all'estrazione con un angolo α _T rispetto alle fibre	f _{ax,α,k}	[MPa]	11.53
Resistenza all'estrazione di una vite	F _{ax,αT,Rk}	[kN]	9.79

Resistenza a trazione del gambo in acciaio
F_{tens,k,i} [kN] 26.6

Estrazione della parte filettata - trave secondaria - VITE 1

Angolo vite/fibra lato punta - trave secondaria	α ₁ - β	[°]	24.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	f _{ax,k}	[MPa]	12.80
resistenza all'estrazione con un angolo α rispetto alle fibre	f _{ax,α,k}	[MPa]	10.97
Resistenza all'estrazione di una vite	F _{ax,α,Rk}	[kN]	7.37

Calcolo resistenza instabilità gambo acciaio - VITE 2 lato trave secondaria

d _i	[mm]	5.3	Δ [-]	0.88346
N _{pl,k}	[N]	20727.6	X [-]	0.61003
N _{kt,k}	[N]	28557		
F _{kt,k}	[kN]	12.6445		

Estrazione della parte filettata - trave secondaria - VITE 2

Angolo vite/fibra lato testa - trave secondaria	α ₂ + β	[°]	66.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	f _{ax,k}	[MPa]	14.40
resistenza all'estrazione con un angolo α _T rispetto alle fibre	f _{ax,α,k}	[MPa]	12.28
Resistenza all'estrazione di una vite	F _{ax,αT,Rk}	[kN]	9.08

Calcolo resistenza instabilità gambo acciaio - VITE 2 lato trave principale

d _i	[mm]	5.3	Δ [-]	0.91597
N _{pl,k}	[N]	20727.6	X [-]	0.59005
N _{kt,k}	[N]	24704.9		
F _{kt,k}	[kN]	12.2303		

Estrazione della parte filettata - trave principale - VITE 2

Angolo vite/fibra lato punta - trave principale	α _T	[°]	45.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	f _{ax,k}	[MPa]	14.40
resistenza all'estrazione con un angolo α rispetto alle fibre	f _{ax,α,k}	[MPa]	11.53
Resistenza all'estrazione di una vite	F _{ax,α,Rk}	[kN]	9.00

Resistenze assiale di progetto lato trave principale

Estrazione filetto	F _{ax,α,Rd,1}	[kN]	5.87
Resistenza gambo in acciaio	F _{tens,k,1}	[kN]	21.28
	F _{td,1}	[kN]	5.87
Valore minimo a estrazione	F _{ax,α,Rd}	[kN]	4.42

Resistenze assiale di progetto lato trave secondaria

Estrazione filetto	F _{ax,α,Rd,2}	[kN]	4.42
Resistenza gambo in acciaio	F _{tens,k,2}	[kN]	21.28
	F _{td,2}	[kN]	4.42

Valore minimo a estrazione

Compressione filetto	F _{ax,α,Rd,1}	[kN]	5.40
Resistenza instabilità gambo acciaio	F _{kt,k}	[kN]	11.65
	F _{cd,1}	[kN]	5.40
Valore minimo a compressione	F _{c,α,Rd}	[kN]	5.40

Compressione filetto

Resistenza instabilità gambo acciaio	F _{kt,k}	[kN]	12.04
	F _{cd,2}	[kN]	5.45

Numero di connettori efficaci per effetto di gruppo

	R _{d,1 coppia}	[kN]	6.95
	n _{ef}	[-]	1.87

Taglio sollecitante il collegamento

	F _{v,Ed}	[kN]	5.37
--	-------------------	------	------

Risultante verticale della resistenza giunto per estrazione

	F _{a,Rd}	[kN]	12.96 41% OK
--	-------------------	------	--------------

Calcolo resistenza caratteristica a taglio verticale del collegamento

Diametro efficace della vite	d _{ef}	[mm]	5.83
Resistenza a rifollamento	f _{h,b,1,2}	[MPa]	28.02
	β		1
	M _{yk}	[Nmm]	34066

Calcolo resistenza a taglio viti da tr. secondaria a trave principale

t ₁	[mm]	92
t ₂	[mm]	98
F _{ax,Rk}	[N]	9004
(a)	[kN]	15.09
(b)	[kN]	15.94
(c)	[kN]	8.68
(d)	[kN]	7.91
(e)	[kN]	8.19
(f)	[kN]	6.09

Calcolo resistenza a taglio viti da tr. princ a tr. secondaria

t ₁	[mm]	106
t ₂	[mm]	84
F _{ax,Rk}	[N]	7367
(a)	[kN]	17.32
(b)	[kN]	13.71
(c)	[kN]	8.34
(d)	[kN]	8.24
(e)	[kN]	7.06
(f)	[kN]	5.68

Resistenza caratteristica a taglio del collegamento

	F _{v,Rk}	[kN]	23.53
	F _{v,Ed}	[kN]	5.37

Resistenza di progetto a taglio puro

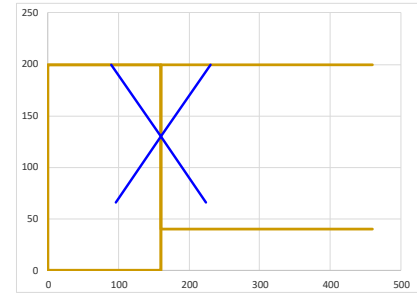
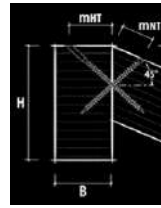
	F _{v,Rd}	[kN]	14.12 38% OK
--	-------------------	------	--------------

Nuovo traverso Camino in Bilama 16x16 L=2.50 m / Travetto 16x20

VERIFICA CONNESSIONE CON VITI INCROCIATE TIPO FRIULSIDER VCN TPS / VCN TC

Geometria trave principale

larghezza trave	B1	[cm]	16.0
altezza trave	H1	[cm]	20.0
Coefficiente di sicurezza UNIONI	Ym	[-]	1.50
Coefficiente di sicurezza sull'acciaio delle viti	Ym2	[-]	1.25
Coefficiente parziale di sicurezza acciaio viti	Ym1	[-]	1.05
coefficiente	kmod	[-]	0.90
Angolo inclinazione trave secondaria sul piano orizzontale	α_T	[°]	90.0
Angolo inclinazione viti che partono dalla trave principale	α_1	[°]	45.0
Angolo inclinazione viti che partono dalla trave secondaria	α_2	[°]	45.0
Angolo inclinazione puntone	β	[°]	0.0
tipo di vite scelta	d	[mm]	8.0
	L	[mm]	200.0
Eseguire PREFORO			SI
lunghezza vite	Lg	[mm]	190
Numero di coppie di connettori inserite nel giunto	n	[-]	2.0
densità del legno	ρ_k	[kN/mc]	3.5
	f_{yk}	[MPa]	940
	m_{HT}	[mm]	70.0
	m_{NT}	[mm]	70.0



Resistenza giunto per azioni assiali

$F_{a,Rd}$ [kN]	13.88	39%	OK
-----------------	-------	-----	----

Lunghezze efficaci viti:

$l_{ef,1,T}$	[mm]	98.99 \geq	48 [mm]
$l_{ef,2,T}$	[mm]	91.005 \geq	48 [mm]
$l_{ef,2,C}$	[mm]	98.995 \geq	48 [mm]
$l_{ef,1,C}$	[mm]	91.005 \geq	48 [mm]

OK
OK
OK
OK

Verifiche geometriche viti in estrazione

Interasse minimo consentito tra le coppie di viti	$a_{2,min}$	[mm]	40
Distanza minima da bordi della coppia	$a_{2,CG,min}$	[mm]	32
Distanza dai bordi nel caso in esame	$a_{2,CG}$	[mm]	60 \geq
distanza viti 1 da bordo superiore	$a_{3r,1}$	[mm]	70 \geq
distanza viti 12da bordo superiore	$a_{3r,2}$	[mm]	70 \geq

OK
OK
OK

Estrazione della parte filettata - trave principale - VITE 1

Angolo vite/fibra lato testa - trave principale	α_T	[°]	90.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	$f_{ax,k}$	[MPa]	14.40
resistenza all'estrazione con un angolo α_T rispetto alle fibre	$f_{ax,\alpha,k}$	[MPa]	12.69
Resistenza all'estrazione di una vite	$F_{ax,\alpha T,Rk}$	[kN]	10.05

Resistenza a trazione del gambo in acciaio	$F_{tens,k,i}$	[kN]	26.6
--	----------------	------	------

Estrazione della parte filettata - trave secondaria - VITE 1

Angolo vite/fibra lato punta - trave secondaria	$\alpha_1 - \beta$	[°]	45.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	$f_{ax,k}$	[MPa]	14.40
resistenza all'estrazione con un angolo α rispetto alle fibre	$f_{ax,\alpha,k}$	[MPa]	11.53
Resistenza all'estrazione di una vite	$F_{ax,\alpha,Rk}$	[kN]	8.40

Estrazione della parte filettata - trave secondaria - VITE 2

Angolo vite/fibra lato testa - trave secondaria	$\alpha_2 + \beta$	[°]	45.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	$f_{ax,k}$	[MPa]	14.40
resistenza all'estrazione con un angolo α_T rispetto alle fibre	$f_{ax,\alpha,k}$	[MPa]	11.53
Resistenza all'estrazione di una vite	$F_{ax,\alpha T,Rk}$	[kN]	9.13

Calcolo resistenza instabilità gambo acciaio - VITE 2 lato trave secondaria

d_1	[mm]	5.3	Δ [-]	0.91597
$N_{pl,k}$	[N]	20727.6	χ [-]	0.59005
$N_{k1,k}$	[N]	24704.9		
$F_{k1,k}$	[kN]	12.2303		

Estrazione della parte filettata - trave principale - VITE 2

Angolo vite/fibra lato punta - trave principale	α_T	[°]	90.0
resistenza all'estrazione in direzione ortogonale alle fibre	$f_{ax,k}$	[MPa]	14.40
resistenza all'estrazione con un angolo α rispetto alle fibre	$f_{ax,\alpha,k}$	[MPa]	12.69
Resistenza all'estrazione di una vite	$F_{ax,\alpha,Rk}$	[kN]	9.24

Calcolo resistenza instabilità gambo acciaio - VITE 2 lato trave principale

d_1	[mm]	5.3	Δ [-]	0.85241
$N_{pl,k}$	[N]	20727.6	χ [-]	0.62932
$N_{k2,k}$	[N]	28526.8		
$F_{k2,k}$	[kN]	13.0443		

Resistenze assiale di progetto lato trave principale

Estrazione filetto	$F_{ax,\alpha Rd,1}$	[kN]	6.03
Resistenza gambo in acciaio	$F_{tens,k,1}$	[kN]	21.28
	$F_{t,d,1}$	[kN]	6.03

Resistenze assiale di progetto lato trave secondaria

Estrazione filetto	$F_{ax,\alpha Rd,2}$	[kN]	5.04
Resistenza gambo in acciaio	$F_{tens,k,2}$	[kN]	21.28
	$F_{t,d,2}$	[kN]	5.04

Valore minimo a estrazione

Compressione filetto	$F_{ax,\alpha Rd,1}$	[kN]	5.54
Resistenza instabilità gambo acciaio	$F_{k1,k}$	[kN]	12.42
	$F_{c,d,1}$	[kN]	5.54
Valore minimo a compressione	$F_{c,\alpha Rd}$	[kN]	5.48

Compressione filetto	$F_{ax,\alpha Rd,2}$	[kN]	5.48
Resistenza instabilità gambo acciaio	$F_{k2,k}$	[kN]	11.65
	$F_{c,d,2}$	[kN]	5.48

Numero di connettori efficaci per effetto di gruppo

$R_{d,1}$ coppia	[kN]	7.44
------------------	------	------

Taglio sollecitante il collegamento

η_{ef}	[-]	1.87
-------------	-----	------

Risultante verticale della resistenza giunto per estrazione

$F_{v,Ed}$	[kN]	5.40
------------	------	------

$F_{a,Rd}$	[kN]	13.88	39%	OK
------------	------	-------	-----	----

Calcolo resistenza caratteristica a taglio verticale del collegamento

Diametro efficace della vite	d_{ef}	[mm]	5.83
Resistenza a rifollamento	$f_{h,k,1,2}$	[MPa]	28.02
	β		1
	M_{yk}	[Nmm]	34066

Calcolo resistenza a taglio viti da tr. secondaria a trave principale

t_1	[mm]	99
t_2	[mm]	91
$F_{ax,Rk}$	[N]	9135
(a)	[kN]	16.17
(b)	[kN]	14.86
(c)	[kN]	8.72
(d)	[kN]	8.30
(e)	[kN]	7.87
(f)	[kN]	6.12

Calcolo resistenza a taglio viti da tr. princ a tr. secondaria

t_1	[mm]	99
t_2	[mm]	91
$F_{ax,Rk}$	[N]	8398
(a)	[kN]	16.17
(b)	[kN]	14.86
(c)	[kN]	8.54
(d)	[kN]	8.11
(e)	[kN]	7.69
(f)	[kN]	5.94

Resistenza caratteristica a taglio del collegamento

$F_{v,Rk}$	[kN]	24.11
------------	------	-------

Resistenza di progetto a taglio puro

$F_{v,Ed}$	[kN]	5.40
------------	------	------

$F_{v,Rd}$	[kN]	14.47	37%	OK
------------	------	-------	-----	----

4.3.1.6. SOLAIO DI COPERTURA – RIASSUNTO RISULTATI

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con i risultati delle verifiche svolte, in condizioni esistenti allo stato di fatto e in quelle di progetto con il rinforzo previsto.

Il coefficiente di sicurezza ζ è pari al rapporto fra la "sollecitazione agente" (momento e/o taglio) e la "resistenza dell'elemento". L'elemento strutturale è verificato se il $\zeta \geq 1$.

Elemento		Stato di fatto		Progetto (< carichi)		Progetto rinforzo		Descrizione
		SLU	SLE	SLU	SLE	SLU	SLE	
		ζ_{SLU}	ζ_{SLE}	ζ_{SLU}	ζ_{SLE}	ζ_{SLU}	ζ_{SLE}	Rinforzo
TRAVETTI	15x16 L=4,30m i=0,87	0.99	0.67	1.30	0.93	1.20	1.39	OSB
	13x15 L=4,30m i=0,85	0.78	0.49	1.02	0.69	1.01	1.16	OSB
	14x16 L=4,30m i=0,88	0.91	0.62	1.19	0.86	1.47	1.08	NUOVO 16x16
	14x19 L=4,30m i=0,85	1.32	1.05	1.72	1.47	1.59	2.08	OSB
	14x16 L=4,30m i=0,90	0.89	0.61	1.18	0.85	1.11	1.28	OSB
	13x19 L=4,30m i=1,68 camino	0.64	0.52	0.84	0.72	1.23	1.14	NUOVO 16x20
	13x15 L=3,60m i=0,85	1.11	0.84	1.45	1.18	1.56	1.72	OSB
	15x17 L=3,60m i=0,85	1.61	1.39	2.13	1.92	2.16	2.63	OSB
	14x17 L=3,70m i=0,89	1.37	1.15	1.79	1.61	1.96	1.67	NUOVO 16x16
	14x14 L=4,15m i=0,94	0.71	0.43	0.93	0.61	1.49	1.12	NUOVO 16x16
	16x14 L=3,40m i=0,90	1.25	0.93	1.64	1.32	1.76	1.85	OSB
COLMI	19x20 L=3,30m i=2,15	1.30	1.41	1.67	1.96	1.67	1.96	
	14x16 L=3,30m i=2,15	0.62	0.54	0.80	0.75	1.59	1.89	NUOVO 16x20
	14x20 L=3,35m i=3,00	0.67	0.72	0.87	1.00	1.20	1.39	riduzione i=2,15
	24x19 L=3,30m i=4,30	0.75	0.78	0.97	1.08	1.89	2.08	riduzione i=2,15
	18x22 L=4,55m i=3,25-1,80	0.81	1.20	1.08	1.59	1.08	1.59	
BORDONALI	14x17 L=5,40m	1.09	0.93	1.39	1.27	2.33	2.00	NUOVO 16x20
	14x17 L=5,40m	0.99	0.76	1.28	1.03	2.50	2.22	NUOVO 16x20
	14x18 L=5,30m	2.27	1.02	3.03	1.35	3.03	1.35	
	17x22 L=6,50m	1.85	1.30	2.38	1.72	2.38	1.72	
	14x14 L=6,30m	0.54	0.45	0.71	0.61	1.69	1.41	NUOVO 16x20
	15x19 L=6,30m	0.92	0.60	1.30	0.80	1.39	1.30	RINFORZO TRAVERSO
TRAVERSO ROMPITRATTA	13x18 L=3,80m	0.92	1.00	1.18	1.33	2.00	2.13	NUOVO 16x20
	11x13 L=4,00m	0.66	0.73	0.88	0.96	2.38	2.27	NUOVO 16x20
	14x18 L=5,80m	1.54	1.49	1.92	1.96	2.70	2.13	RINFORZO + 2x8x16
	17x19 L=5,20m	0.64	0.60	0.83	0.81	1.52	1.61	NUOVO 16x24
	17x19 L=4,90m	0.82	0.58	0.98	0.78	1.47	1.16	RINFORZO + 2x8x16

CAPRIATE		Stato di fatto		Progetto (< carichi)		Progetto rinforzo		Descrizione
		ζ_{SLU}	ζ_{SLU}	ζ_{SLU}	ζ_{SLU}	ζ_{SLU}	ζ_{SLU}	
		ELEM.	TACCO	ELEM.	TACCO	ELEM.	TACCO	Rinforzo
CAPRIATA PICCOLA		2.78	1.58	3.70	2.06			
CAPRIATA 1		2.38	0.78	3.13	1.01			
CAPRIATA 2		1.69	0.72	2.22	0.95			CHIODATURA
CAPRIATA 3		2.44	0.73	3.23	0.96			CHIODATURA
CAPRIATA 4		2.38	0.78	3.13	1.02			

Nella condizione di progetto con il rinforzo previsto, tutti gli elementi dell'impalcato di copertura risultano verificati.

Il progettista e D.L. delle strutture

5. VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEI CALCOLI E DELLE VERIFICHE

La presente relazione viene redatta ai sensi e per gli effetti cap. 10 del D.M. 17.01.2018.

Ai fini della stesura della presente relazione gran parte delle verifiche e del calcolo delle sollecitazioni dei singoli elementi sono state eseguite "a mano" e utilizzando fogli excel realizzati ad hoc dallo scrivente, validati con software commerciali di comprovata validità, confrontando i risultati con quelli ottenuti dai codici di calcolo di seguito elencati.

▪ Analisi statica della copertura:

software: MASTERSAP 2019 SP1

produttore: AMV s.r.l. via San Lorenzo 106 – 34077 Ronchi dei Legionari (GO)

5.1. VALIDAZIONE DEL MODELLO PER L'ANALISI FEM

Per validare la modellazione in oggetto si procede a confrontare le sollecitazioni di due elementi della copertura (travetti e colmo) nella configurazione di progetto con il calcolo eseguito a mano (di seguito riportato) e con il foglio excel delle verifiche.

Travetto tipo di falda L=4.30m

sollecitazioni max a mano (SLU)

$$q_k = 2.20 \text{ kN/m}^2 \quad q_d = 3.23 \text{ kN/m}^2$$

$$L = 4.30 \text{ m} \quad i = 0.85$$

$$M^+_{Ed} = (3.23 \times 0.85) \times 4.30^2 / 8 = 6.34 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = (3.23 \times 0.85) \times 4.30 / 2 = 5.90 \text{ kN}$$

Valori analisi numerica

$$M^+_{Ed} = 6.33 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 5.71 \text{ kN}$$

Valori foglio excel

$$M^+_{Ed} = 6.33 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 5.89 \text{ kN}$$

Colmo L=3.30m

sollecitazioni max a mano (SLU)

$$q_k = 2.20 \text{ kN/m}^2 \quad q_d = 3.23 \text{ kN/m}^2 \quad pp = 0.30 \text{ kN/m}$$

$$L = 3.30 \text{ m} \quad i = 4.30$$

$$M^+_{Ed} = (3.23 \times 4.30 + 0.30) \times 3.30^2 / 8 = 19.31 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = (3.23 \times 4.30 + 0.30) \times 3.30 / 2 = 23.41 \text{ kN}$$

Valori analisi numerica

$M_{Ed}^+ = 19.71 \text{ kNm}$

$V_{Ed} = 22.09 \text{ kN}$

Valori foglio excel

$M_{Ed}^+ = 19.72 \text{ kNm}$

$V_{Ed} = 23.90 \text{ kN}$

Come si può osservare, la differenza tra i valori è estremamente contenuta (~2%), per tale ragione si può considerare la modellazione attendibile.

5.2. TABULATO DI INPUT DELL'ANALISI FEM**INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA**

Nome dell'archivio di lavoro	Copertura
Intestazione del lavoro	Copertura
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm

**RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE
SEZIONI RETTANGOLARI**

Codice	Base	H
1	14.000	14.000
2	14.000	15.000
3	14.000	16.000
4	14.000	17.000
5	14.000	18.000
6	15.000	15.000
7	15.000	16.000
8	15.000	17.000
9	15.000	18.000
10	16.000	17.000
11	16.000	18.000
12	16.000	19.000
13	17.000	18.000
14	17.000	19.000
15	14.000	20.000
16	24.000	19.000
17	18.000	22.000
18	20.000	20.000

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE**Carico distribuito con riferimento globale Z**

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve	3	Condizione 3	Variabile: Neve	-0.011000	0.000	-0.011000	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Perm esistente	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.016200	0.000	-0.016200	0.000	1.0000	1.0000

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Perm progetto	2	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	-0.009500	0.000	-0.009500	0.000	1.0000	1.0000

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Legno	+1.00e+005	0.430	0.00050	+3.00e-006	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

GRUPPI DELLA STRUTTURA

ELEMENTO FINITO: TRAVE

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Travetti	
2	Colmi	
3	Displuvi	
4	Capriate	
5	Rompitratte	

ELEMENTO FINITO: VINCOLO

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	vincoli	

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	SLU Esist	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.500
			Variable: Neve	Condizione 3	1.500
5	SLU Progetto	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.500
			Variable: Neve	Condizione 3	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
2	Rara Esist	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variable: Neve	Condizione 3	1.000
3	Permanente Esist	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
4	Permanente progetto	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
6	Rara Progetto	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variable: Neve	Condizione 3	1.000
7	Neve	Tipologia: Rara	Variable: Neve	Condizione 3	1.000

Il progettista e D.L. delle strutture

Elenco firmatari

ATTO SOTTOSCRITTO DIGITALMENTE AI SENSI DEL D.P.R. 445/2000 E DEL D.LGS. 82/2005 E SUCCESSIVE MODIFICHE E INTEGRAZIONI

Questo documento è stato firmato da:

NOME: FANTINI LUIGI
CODICE FISCALE: FNTLGU63P13Z112Q
DATA FIRMA: 28/07/2020 11:18:38
IMPRONTA: B2345CE239DF2F6ACBCFE7705F4A34CBA8F2A74D11E0D261BDA82B0F33A7B489
A8F2A74D11E0D261BDA82B0F33A7B4896AB1D7D0933B93F47F0AFB875F6AA616
6AB1D7D0933B93F47F0AFB875F6AA616574A95302D5ECA36BAC4183DDD01A61A
574A95302D5ECA36BAC4183DDD01A61AA5FA43BC86225A3ED70C17C5A0DCF374

NOME: TERRANOVA SANTI
CODICE FISCALE: TRRSNT56A17C351S
DATA FIRMA: 05/08/2020 08:09:17
IMPRONTA: 04E44E06F66D80C2A9621024FBA165587B989A4A13B4A15701CDFCA93A228A2C
7B989A4A13B4A15701CDFCA93A228A2CD67F0F4E5CC674DF1FE84E2560A52CA1
D67F0F4E5CC674DF1FE84E2560A52CA1D79BB148F6073297306F7FE9065665CE
D79BB148F6073297306F7FE9065665CEBBEAC793E125143F09DD385F9D3398C8

NOME: POLIDORI PAOLO
CODICE FISCALE: PLDPLA64S07L424P
DATA FIRMA: 05/08/2020 12:35:01
IMPRONTA: 479FB76AD41614B2C6A12B2E592B4BB1BCB98C455BFC4883DDC22D08809A80D7
BCB98C455BFC4883DDC22D08809A80D7B1EF4FA6A9A497B30E7735EECA11902D
B1EF4FA6A9A497B30E7735EECA11902D5B2D783013526188A3F7FF5757A96125
5B2D783013526188A3F7FF5757A961253F2727045D59622AA2B67882A7A5123A