

COMUNE DI VIGONE

COMUNE DI VIGONE

**LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE PARZIALE
DELL'EDIFICIO COMUNALE SITO IN
VIA CAMILLO BENSO DI CAVOUR n. 1
3° LOTTO**

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

REV.	DESCRIZIONE-CONTENUTO	DATA	REDATTO	VERIFICATO
0	1° emissione	Luglio 2020		

IL PROGETTISTA:

SIA PROFESSIONISTI ASSOCIATI

Ing. PICOTTO Franco
c.f.: PCT FNC 54L18 G674U
Via Vittorio Veneto n° 27 - 10061 - CAVOUR (TO)
Tel. 0121-69308 - Cell. 335-6864674
E-mail : picotto@studiosia.it

NOME FILE:

.....

CODICE ID. STRADA:

.....

CODICE ID. COMMESSA:

.....

CODICE ID. OGGETTO:

.....

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Geom. Mario DRUETTA
Comune di Vigone

SCALA:

.....

OGGETTO:

**RELAZIONE SPECIALISTICA
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE**

ALLEGATO N°:

M

Indice

1.	Descrizione della struttura	4
2.	Inquadramento normativo	4
3.	Definizione dei parametri di progetto	4
3.3.	Materiali	5
3.3.1.	Conglomerato cementizio	5
3.3.2.	Conglomerato per getti non armati.....	6
3.3.3.	Barre di armatura per cemento armato ordinario	7
3.3.4.	Acciaio da carpenteria	Errore. Il segnalibro non è definito.
3.3.5.	Materiali lignei.....	9
3.3.6.	Dichiarazione di rispondenza dei materiali	11
3.4.	Verifiche ai vari Stati Limite.....	11
3.4.1.	Analisi dei carichi	12
3.5.	Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico	16
3.5.1.	Casi di carico	16
3.5.2.	Combinazioni di carico [DM2008, par. 2.5.3]	16
3.5.3.	Verifica elementi in legno.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
3.5.4.	Dichiarazione di rispetto delle verifiche a stato limite	16
4.	Tabulati di calcolo.....	17

1. Descrizione della struttura

Oggetto della presente relazione di calcolo è il progetto di ristrutturazione parziale dell'edificio comunale sito nel comune di Vigone in via Camillo Benso di Cavour 1, terzo lotto.

L'edificio è costituito da due maniche strutturali di cui una a due piani fuori terra senza piano interrato e una a tre piani fuori terra con cantina interrata; la struttura portante è in muratura di mattoni pieni; la copertura è in legno massiccio con mento in tegole. I solai esistenti sono realizzati con volte in mattoni al disopra del piano interrato e voltini e poutrelle o solai in legno ai vari piani fuori terra.

L'intervento prevede:

- Riempimento di alcune nicchie al piano secondo dell'edificio attraverso l'utilizzo di mattoni semipieni collegati al paramento esistente tramite tecnica cuci-scuci
- Rifacimento del solaio in legno a piano secondo
- Rifacimento dei balconi in legno a piano primo e secondo
- Rifacimento degli architravi lesionati sulle aperture esistenti mediante l'uso di travetti prefabbricati.

Tale opera si configura come "intervento locale" ai sensi del D.M. 17-01-2018 – par. 8.4.1 poiché riguarda singole parti di struttura e interessa porzioni limitate della costruzione non modificando significativamente il comportamento globale della costruzione. Il progetto viene dunque riferito alle sole parti ed elementi interessati dall'intervento.

Si dichiara che l'intervento non produce sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportano una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

2. Inquadramento normativo

La struttura oggetto della presente relazione è stata calcolata e verificata con riferimento alle seguenti normative:

- **D.M. 17 gennaio 2018** – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- **Circolare 21 gennaio 2019, n°7** – Istruzioni per l'applicazione del "Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- Norme di cui è consentita l'applicazione ai sensi del cap. 12 del D.M. 17 gennaio 2018:
 - **Eurocodici strutturali** pubblicati dal CEN
 - **Norme Uni En** armonizzate
 - **Istruzioni del consiglio superiore dei lavori Pubblici**
 - **Linee guida del servizio tecnico centrale del consiglio superiore dei lavori Pubblici**
 - **Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.)**

Ai sensi della norma tecnica di riferimento l'intervento si configura riparazione o intervento locale (par. 8.4.1)

3. Definizione dei parametri di progetto

3.1. Secondo quanto previsto dal cap. 2 ed ai fini della definizione dei livelli di sicurezza e delle prestazioni attese, alla costruzione sono stati attribuiti i seguenti parametri:

Vita nominale	$V_N = 50$ anni
Classe d'uso	Classe II ($C_u=1$)
Periodo di riferimento	$V_R = V_N * C_u = 50$ anni

3.2. In riferimento alle prescrizioni di cui al par. 3.2 sono definiti i seguenti parametri

Categoria del sottosuolo	C
Categoria topografica	T1

Amplificazione topografica

$S_T = 1$

Zona sismica del sito

Zona 3

Coordinate geografiche del sito

Lon. = 7.494449° E

Lat. = 44.841950° N

3.3. Materiali

3.3.1. Conglomerato cementizio

Prospetto 1 – UNI 11104:2004

Denom. della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R'ck min.	Dos. Min. Cem. KG.
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto ad cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasioni, gelo o attacco chimico	1	---	15	---
2 Corrosione indotta da carbonatazione Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente.						
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua	2a	0,60	30	300
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta	5a	0,55	35	320
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani.	4a, 5b	0,50	40	340
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri	5a	0,55	35	320
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua industriali contenente cloruri (piscine)	4a, 5b	0,50	40	340
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	5c	0,45	45	360
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità	4a, 5b	0,50	40	340
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersa in acqua	5c	0,45	45	360
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare	5c	0,45	45	360
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti *(NB XF2 – XF3 – XF4 contenuto minimo aria 3%)						
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate o colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua	4a, 5b	0,50	40	320
XF2*	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti	3, 4b	0,50	30	340
XF3*	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo	2b, 4b	0,50	30	340
XF4*	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto od indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare	3, 4b	0,45	35	360
6 Attacco chimico **)						
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acqua reflue	5a	0,55	35	320

XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi	5b	0,50	40	340
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acqua industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.	5c	0,45	45	360

*) il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: *moderato* occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; elevato alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
**) da parte di acque del terreno o acqua fluenti

Prospetto 4. - UNI 11104:2004

	Classi di esposizione															
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura X0	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione XC1 XC2 XC3 XC4			Corrosione delle armature indotta da cloruri XS1 XS2 XS3 XD1 XD2 XD3					Attacco da cicli di gelo/disgelo XF1 XF2 XF3 XF4				Ambiente aggressivo per attacco chimico XA1 XA2 XA3		
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50			0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza ^{a)}	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C28/35	C28/35	C32/40	C35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)												3,0 ^{a)}				
Altri requisiti										Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}			

*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

In funzione della classe di resistenza, nei calcoli, si sono adottate le seguenti tensioni di progetto, coerentemente con quanto disposto ai §4.1.2.1.1 del D.M.17.01.2018:

Classe	Rck	fck	fcd	fc _m	fctm	fctk0,05	fctd	fb _d
	[N/mm ²]							
C12/15	15	12	6,8	20	1,6	1,1	0,7	1,7
C16/20	20	16	9,1	24	1,9	1,3	0,9	2,0
C20/25	25	20	11,3	28	2,2	1,5	1,0	2,3
C25/30	30	25	14,2	33	2,6	1,8	1,2	2,7
C28/35	35	28	15,9	36	2,8	1,9	1,3	2,9
C32/40	40	32	18,1	40	3,0	2,1	1,4	3,2
C35/45	45	35	19,8	43	3,2	2,2	1,5	3,4
C40/50	50	40	22,7	48	3,5	2,5	1,6	3,7
C45/55	55	45	25,5	53	3,8	2,7	1,8	4,0
C50/60	60	50	28,3	58	4,1	2,9	1,9	4,3

3.3.2. Conglomerato per getti non armati

Per il getto di pulizia si prescrive l'impiego di calcestruzzo magro a 2 kN/m² con sbordo e spessore di almeno 10 cm per tutte le strutture di fondazione.

3.3.2.1. Copriferro nominale

Copriferro minimo per soddisfare i requisiti di aderenza, durabilità ed eventuale resistenza al fuoco (secondo E.C.2 – Parte 1-1 - §4.4.1):

$$C_{nom} [mm] = C_{min} + \Delta c = \max(C_{min,b}; C_{min,dur}; C_{min,fuoco}) + 5 \text{ mm};$$

$c_{min,b} = \emptyset \cdot v_{nb}$ = copriferro minimo per garantire l'aderenza, pari al diametro per il numero di barre nel caso di eventuale gruppo di barre;

$C_{min, fuoco}$ = garantisce la resistenza all'incendio (gli spessori sono riportati in EN 1992-1-2 nel D.M. 16.02.07;

$C_{min, dur}$ = copriferro minimo per garantire la durabilità dell'opera, in funzione delle classi di esposizione (vedere tabella seguente).

Nella tabella seguente sono riassunti i valori dei prospetti 4.4N e 4.5N dell'EC2, che si riferiscono a strutture con vita utile di 50 e 100 anni.

CLASSE D'ESPOSIZIONE AMBIENTALE	SPESSORE MINIMO DI COPRIFERRO ($C_{min, dur}$)			
	VITA UTILE 50 ANNI		VITA UTILE 100 ANNI	
	C.A.	C.A.P.	C.A.	C.A.P.
X0	10	10	20	20
XC1	15	25	25	35
XC2, XC3	25	35	35	45
XC4	30	40	40	50
XS1, XD1	35	45	45	55
XS2, XD2	40	50	50	60
XS3, XD3	45	55	55	65

Spessori minimi del copriferro secondo i prospetti 4.4N e 4.5N dell'EC 2:2005

Per classe XC1:

$$C_{nom} [mm] = C_{min} + \Delta c = \max(C_{min, b}; C_{min, dur}; C_{min, fuoco}) + 5 \text{ mm} = 20 \text{ mm};$$

per classe XC2 / XC3:

$$C_{nom} [mm] = C_{min} + \Delta c = \max(C_{min, b}; C_{min, dur}; C_{min, fuoco}) + 5 \text{ mm} = 30 \text{ mm}.$$

3.3.2.2. Diametro massimo aggregati

Come diametro massimo degli aggregati negli impasti, si adotterà per i getti di:

travi, solai e solette: $D_{max} < 15 \text{ mm}$

pilastrini e setti: $D_{max} < 20 \text{ mm};$

plinti, travi di fondazione: $D_{max} < 32 \text{ mm};$

magrone: $D_{max} < 30 \text{ mm}.$

3.3.3. Barre di armatura per cemento armato ordinario

3.3.3.1. Caratteristiche meccaniche

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tabella 11.3.Ia

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

Modulo elastico acciaio armatura lenta: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Tensione di progetto (§4.1.2.1.1 – D.M.17.01.2018): $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_M = 391.3 \text{ N/mm}^2$

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tabella 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 ϕ	

3.3.3.2. Peculiarità di impiego

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro \emptyset delle barre compreso tra 6 e 40 mm. L'uso di acciai B450C in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\emptyset < 16\ mm$.

3.3.3.3. Reti e tralici elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralici elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm. Per le reti e i tralici costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro \emptyset che rispetta la limitazione $6\ mm < \emptyset < 16\ mm$. Per le reti e i tralici costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro \emptyset che rispetta la limitazione $5\ mm < \emptyset < 10\ mm$ e rispettare le indicazioni della tabella 11.3.Ic.

Tabella 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$ $< 1,25$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 2,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 10\ mm$	4 ϕ	

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata secondo quanto riportato nella UNI EN ISO 15630-2.

3.3.4. Materiali lignei

Per gli elementi portanti (travi di colmo, banchine e puntoni) verrà impiegato legno massiccio di conifera omogeneo con classe di resistenza almeno C24 secondo EN 338:2009 considerati in classe di servizio 2 (rif. EN 14080):

Tabella 4.4.I - Classi di durata del carico

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi -10 anni
Media durata	1 settimana – 6 mesi
Breve durata	meno di 1 settimana
Istantaneo	--

Tabella 4.4.II -Classi di servizio

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65% se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Tabella 4.4.IV -Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico					
			1	2	3	4	5	
Legno massiccio Legno lamellare incollato	EN 14081-1 EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Compensato	EN 636	Parti 1, 2, 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		Parti 2, 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		Parte 3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Pannello di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		OSB/3 - OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,00
			2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,00
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di fibre, alta densità	EN 622-2	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Pannello di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
	2		-	-	-	0,45	0,80	
	EN 622-5	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

Tabella 4.4.V -Valori di k_{def} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio			
		1	2	3	
Legno massiccio	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00	
Legno lamellare incollato	EN 14080	0,60	0,80	2,00	
Compensato	EN 636	Parte 1	0,80	-	-
		Parte 2	0,80	1,00	-

		Parte 3	0,80	1,00	2,50
Pannello di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	2,25	-	-
		OSB/3 - OSB/4	1,50	2,25	-
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parte 4	2,25	-	-
		Parte 5	2,25	3,00	-
		Parte 6	1,50	-	-
		Parte 7	1,50	2,25	-
Pannello di fibre, alta densità	EN 622-2	HB.LA	2,25	-	-
		HB.HLA1 o HB.HLA2	2,25	3,00	-
Pannello di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH.LA1 o MBH.LA2	3,00	-	-
		MBH.HLS1 o MBH.HLS2	3,00	4,00	-
	EN 622-5	MDF.LA	2,25	-	-
		MDF.HLS	2,25	3,00	-

Per legno massiccio posto in opera con umidità prossima al punto di saturazione, e che possa essere soggetto a essiccazione sotto carico, il valore di k_{def} dovrà, in assenza di idonei provvedimenti, essere aumentato a seguito di opportune valutazioni, sommando ai termini della tabella un valore comunque non inferiore a 2,0.

Tabella 1 - EN 338:2009 Legno massiccio

Valori di resistenza modulo elastico e massa volumica		Softwood species							Hardwood species												
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Resistenze (in N/mm ²)																					
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
Taglio	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Modulo elastico (in kN/mm ²)																					
Modulo elastic medio parallelo	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	9,5	10	11	12	13	14	17	20
Modulo elastic caratteristico 5% parallelo	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
Modulo elastic medio perpendicolare	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Massa volumica (in kg/m ³)																					
Massa volumica caratteristica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Massa volumica media	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1080
NOTE 1 Values given above for tension strength, compression strength, shear strength, 5 % modulus of elasticity, mean modulus of elasticity perpendicular to grain and mean shear modulus, have been calculated using the equations given in Annex A.																					
NOTE 2 The tabulated properties are compatible with timber at a moisture content consistent with a temperature of 20 °C and a relative humidity of 65 %.																					
NOTE 3 Timber conforming to classes C45 and C50 may not be readily available.																					
NOTE 4 Characteristic values for shear strength are given for timber without fissures, according to EN 408. The effect of fissures should be covered in design codes.																					

3.3.4.1. Viti connessioni elementi in legno: resistenza e preforatura

Viti filettate in acciaio di classe di resistenza almeno 8.8 e resistenza a trazione (caratteristica) $f_{uk} = 600$ N/mm² (minima lunghezza 200 mm per viti Ø10). Il foro guida per la parte di gambo liscio deve avere lo stesso diametro e la stessa profondità della lunghezza della parte non filettata del gambo, mentre quello per la porzione filettata deve avere un diametro pari a circa il 70% del gambo liscio. Le viti devono essere inserite tramite avvitatore e non conficcate a forza. In funzione della tipologia commerciale di vite scelta, utilizzare sempre le opportune rondelle da posizionare tra la testa della vite e il legno.

3.3.4.2. Bulloni e viti per ancoraggi legno-legno

Barre filettate di diametro Ø16, classe almeno 5.6 ($f_{uk} = 500$ N/mm²). Interassi e distanze dal bordo da eseguirsi conformemente all'E.C.5.

3.3.5. Dichiarazione di rispondenza dei materiali

I materiali costruttivi impiegati sono rispondenti ai requisiti imposti dalla norma al par.4.1, al par. 7.4.2 ed al cap.11.

3.4. Verifiche ai vari Stati Limite

In generale ai fini della sicurezza sono stati adottati i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica), allo stato limite di esercizio, nei confronti di eventuali azioni eccezionali. Per quanto riguarda le azioni sismiche verranno anche esaminate le deformazioni relative, che controllano eventuali danni alle opere secondarie e agli impianti.

Gli stati limite sono raggruppabili nelle seguenti categorie:

- Stati Limite Ultimi: Stato di superamento oltre il quale a seguito di crolli parziali o globali, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, è possibile compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- Stati Limite di Esercizio: Stato di superamento oltre il quale a seguito di eccessi di deformazioni e/o vibrazioni etc è compromessa la funzionalità dell'opera.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso, mentre il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

Per ognuno di essi il metodo consiste essenzialmente nel controllare che la risposta del sistema strutturale, prodotta dalle azioni di progetto E_d , in termini di sollecitazioni o deformazioni sia compatibile con i corrispondenti valori limite R_d :

$$E_d < R_d$$

Le azioni sono state schematizzate applicando i carichi previsti dalla norma. In particolare i carichi gravitazionali, derivanti dalle azioni permanenti o variabili, sono applicati in direzione verticale (ovvero – Z nel sistema globale di riferimento del modello). Le azioni del vento sono applicate prevalentemente nelle due direzioni orizzontali o ortogonalmente alla falda in copertura. Le azioni sismiche dinamiche, derivano dall'eccitazione delle masse assegnate alla struttura in proporzione ai carichi a cui sono associate per norma. I carichi sono suddivisi in più condizioni elementari di carico in modo da poter generare le combinazioni necessarie.

Gli stati limite sono stati verificati utilizzando le azioni definite al par.2.5 , par.2.6. e cap.3 per le condizioni statiche e le azioni del par.3.2 per le condizioni sismiche.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

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

Dove i valori dei coefficienti di combinazione sono dati dalla tabella seguente:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

3.4.1. Analisi dei carichi

3.4.1.1. Carichi permanenti

Il peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali è considerato con riferimento al peso dell'unità di volume definito dalla tabella 3.1.I

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m3]
Calcestruzzi cementizi e malte	
Calcestruzzo ordinario	24,0
Calcestruzzo armato (e/o precompresso)	25,0
Calcestruzzi "leggeri": da determinarsi caso per caso	14,0 ÷ 20,0
Calcestruzzi "pesanti": da determinarsi caso per caso	28,0 ÷ 50,0
Malta di calce	18,0
Malta di cemento	21,0
Calce in polvere	10,0
Cemento in polvere	14,0
Sabbia	17,0
Metalli e leghe	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0

Materiale lapideo	
Tufo vulcanico	17,0
Calcare compatto	26,0
Calcare tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
Legnami	
Conifere e pioppo	4,0 ÷ 6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0 ÷ 8,0
Sostanze varie	
Acqua dolce (chiara)	9,81
Acqua di mare (chiara)	10,1
Carta	10,0
Vetro	25,0

3.4.1.2. Carichi variabili

Per i carichi variabili si è fatto riferimento ai valori della tabella 3.1.II

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q _k [kN/m ²]	Q _k [kN]	H _k [kN/m]
Ambienti ad uso residenziale				
A	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
Ambienti suscettibili di affollamento				
C	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00
Ambienti ad uso commerciale				
D	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale				
E	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)				
F-G	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
Coperture				
H-I-K	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

3.4.1.3. Carichi da neve

"Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza."	" $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ as ? 200 m $q_{sk} = 1,39 [1+(as/728)^2] \text{ kN/mq}$ as > 200 m"
--	--

q_s (carico neve sulla copertura [N/mq]) = $\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$ μ_i (coefficiente di forma) q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq]) C_E (coefficiente di esposizione) C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	260
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.57

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato **$C_t = 1$** .

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

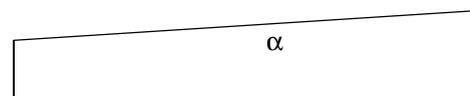
q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.57
--	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	18.26
-----------------------------------	-------

μ	0.8
-------	-----

1.25 kN/mq μ



Coefficiente di forma (copertura a due falde)

α_1 (inclinazione falda [°])	18.26
α_2 (inclinazione falda [°])	18.26

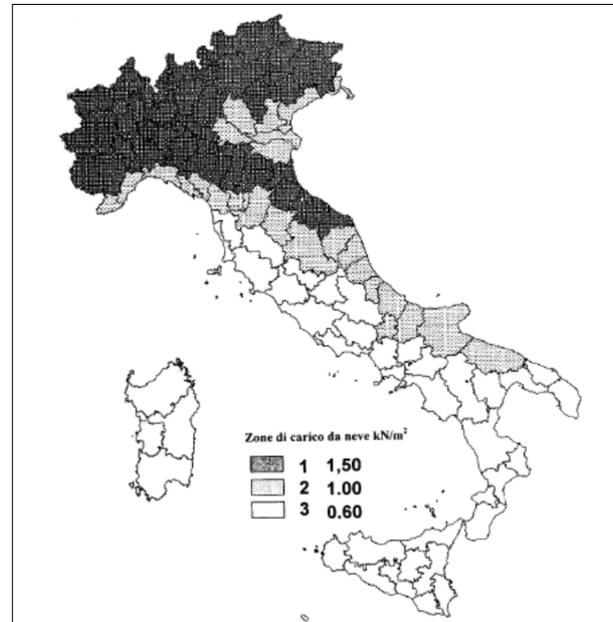
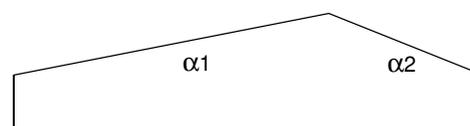
$\mu (\alpha_1)$	0.8
------------------	-----

$\mu (\alpha_2)$	0.8
------------------	-----

(Caso I) 1.25 kN/mq $\mu (\alpha_1)$ $\mu (\alpha_2)$ 1.25 kN/mq

(Caso II) 0.63 kN/mq $0,5 \mu (\alpha_1)$ $\mu (\alpha_2)$ 1.25 kN/mq

(Caso III) 1.25 kN/mq $\mu (\alpha_1)$ $0,5 \mu (\alpha_2)$ 0.63 kN/mq



3.4.1.4. Carichi da vento

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	25	1000	0.01

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	260
---	------------

$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità di riferimento [m/s])	25
---------------------------------------	-----------

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$ q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq]) C_e (coefficiente di esposizione) C_p (coefficiente di forma) C_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot r \cdot v_b^2 \quad (r = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	390.63
--------------	---------------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

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

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
costa						
mare						
2 km		10 km		30 km		
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
costa					
mare					
2 km		10 km		30 km	
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
costa			
mare			
1.5 km		0.5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
costa		
mare		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Z altezza edif. [m]	Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
10	1	C	260

Cat. Esposiz.	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]	C_t
III	0.2	0.1	5	1

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + C_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

C_e	2.14
-------	-------------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma vale: **835.06 N/mq (0.835 kN/mq)**

3.5. Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico

Le azioni sono state schematizzate applicando i carichi previsti dalla norma. In particolare i carichi gravitazionali, derivanti dalle azioni permanenti o variabili, sono applicati in direzione verticale (ovvero – Z nel sistema globale di riferimento del modello).

3.5.1. Casi di carico

I casi di carico adottati sono i seguenti:

Caso 1) Peso proprio + Carichi permanenti

Caso 2) Carico di abitazione

3.5.2. Combinazioni di carico [DM2018, par. 2.5.3]

Si adottano due combinazioni di carico.

Cd1) Caso 1

Cd2) Caso 1 + Caso 2

3.5.3. Dichiarazione di rispetto delle verifiche a stato limite

Tutte le verifiche a stato limite ultimo (SLU) hanno dato esito positivo e risultano soddisfatti i requisiti di cui al par. 4.4.8. Analogamente sono state condotte le verifiche a stato limite di esercizio (SLE), tutte hanno dato esito positivo e risultano soddisfatti i requisiti di cui al par. 4.4.7.

4. Tabulati di calcolo

rothoblaas Solutions for Building Technology

LINGUA IT

CTC_calculator vers.1.04

ETA-19/0244

VERIFICA SOLAIO COLLABORANTE LEGNO - CALCESTRUZZO con CONNETTORI CTC

HOME DATI RISULTATI STAMPA

Norma di calcolo: NTC2018
Data: 17/07/2020

Agente RB:
Progetto:
Solaio n°:

Mostra / Nascondi tutto



1. DATI DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di servizio: 2
Classe di durata del carico variabile: Media durata
Destinazione uso: Abitazioni, uffici
Limiti di deformazione (Freccia) [t=0]: L / 300
Limiti di deformazione (Freccia) [t=∞]: L / 250

1.1 DATI GEOMETRICI

Base della trave	B	300	mm
Altezza della trave	H	300	mm
Larghezza efficace	l_{eff}	1.64	m
Presenza di lamina sottomassetto resiliente SILENT FLOOR ROTHOBLAAS:		NO	
Spessore soletta in calcestruzzo	S	60	mm
Tavolato	t	21	mm
Luce trave	L	5.10	m
Interasse tra le travi	i	1.90	m



1.2 ANALISI DEI CARICHI

Carico uniformemente distribuito sulla luce

CARICHI AGENTI SULLA SUPERFICIE SOLAIO

Carichi permanenti (peso proprio)
Carichi permanenti (permanente portato)
Carico variabile

[kN/m²]		
$g_{1,k}$	1.85	kN/m ²
$g_{2,k}$	1.50	kN/m ²
Q_k	2.00	kN/m ²

CARICHI AGENTI SULLA TRAVE COMPOSTA

Interasse tra le travi
Carichi permanenti (peso proprio)
Carichi permanenti (permanente portato)
Carico variabile

[kN/m]		
i	1.90	m
$G_{1,k}$	3.51	kN/m
$G_{2,k}$	2.85	kN/m
Q_k	3.80	kN/m

Rotho Blaas Srl

Via dell'Adige N.2/1 | I-39040, Cortaccia (BZ) | Italia | Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84 | info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.it

1 / 7

1.3 LEGNO			
Classe di resistenza		C24 (EN 338:2016)	
produzioni soggette a controllo continuativo (COV <15%)			
Materiale personalizzato			
Flessione	$f_{m,g,k}$	24.00	N/mm ²
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,g,k}$	14.50	N/mm ²
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,g,k}$	0.40	N/mm ²
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,g,k}$	21.00	N/mm ²
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$	2.50	N/mm ²
Taglio	$f_{v,g,k}$	4.00	N/mm ²
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,g,mean}$	11000	N/mm ²
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,g,0.5}$	7400	N/mm ²
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,g,mean}$	370	N/mm ²
Modulo di taglio medio	$G_{g,mean}$	690	N/mm ²
Massa volumica caratteristica	$\rho_{g,k}$	350	Kg/m ³
Massa volumica media	ρ_{mean}	420	Kg/m ³
Coefficiente parziale di sicurezza - legno	$\gamma_{m, timber}$	1.45	
Coefficiente parziale di sicurezza - connessione	$\gamma_{m, connection}$	1.40	
Coefficiente di deformazione	k_{def}	0.80	
Coefficiente di correzione per la durata del carico e per l'umidità	k_{mod}	0.80	
Coefficienti di combinazione	ψ_2	0.30	

1.4 SOLETTA IN CALCESTRUZZO			
Classe di resistenza		C25/30	
Materiale personalizzato			
Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{c,k}$	30	N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{c,k}$	25	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{c,d}$	14.17	N/mm ²
Resistenza cilindrica media a trazione semplice (assiale)	$f_{ct,m}$	2.56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ct,k,0.005}$	2.15	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ct,d}$	1.44	N/mm ²
Modulo elastico medio secante	$E_{c,m}$	31476	N/mm ²
Peso specifico	ρ_k	2600	kg/m ³
Coefficiente viscosità	ϕ	2.5	

1.5 CONNETTORI			
Tipo connettore		CTC7240	
Numero file connettori		2	
Disposizione		45° /// (connettori paralleli)	

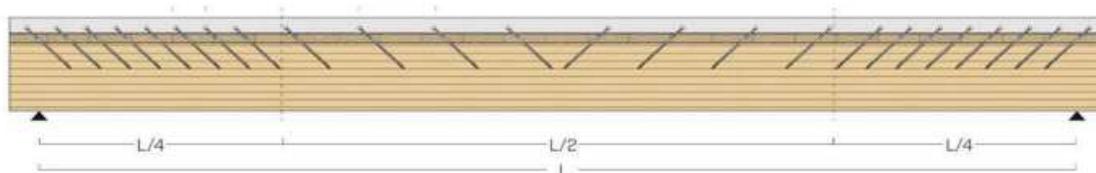


Diametro nominale	d_1	7	mm
Diametro nocciolo	d_2	4.6	mm
Diametro testa	d_k	9.5	mm
Lunghezza	L	240	mm
Lunghezza filetto superiore	b_1	40	mm
Lunghezza filetto	b_2	190	mm
Parametro caratteristico estrazione	$f_{ax,k}$	11.3	N/mm ²
Densità associata	$\rho_{a,ax}$	350	Kg/m ³
Resistenza a trazione acciaio	$f_{t,m,k} = R_{t,u,k}$	20.0	kN
Rigidità connessione	K	7694	N/mm
-SLE	K_{ser}	7694	N/mm
-SLU	K_u	5130	N/mm
Resistenza caratteristica a scorrimento	$R_{v,k}$	11208	N
Interasse connettori "quarti laterali"	s_{min}	150	mm
Interasse connettori "quarti centrali"	s_{max}	300	mm
Interasse equivalente dei connettori	s_{eq}	188	mm

VERIFICA DI RESISTENZA CONNESSIONE	97%	VERIFICATO*
VERIFICA PEGGIORE: VERIFICA DI RESISTENZA CONNESSIONE [l=∞]	97%	VERIFICATO*

CALCESTRUZZO: PREVEDERE ARMATURA LONGITUDINALE

*Per maggiori dettagli sulle verifiche si vedano i punti 5 e 6.



STAMPA <input type="button" value="Print"/>			
DATI <input type="button" value="Data"/>			
DISPOSIZIONE <input type="button" value="Disposition"/>			
DISPOSIZIONE	Numero file connettori:		2
	passo [mm]	N° connettori*	Tratto di pertinenza [m]
<small>* Il numero dei connettori è arrotondato per eccesso</small>			
$0 \leq x \leq L/4$	150	18	1.28
$L/4 \leq x \leq 3/4 * L$	300	16	2.55
$3/4 * L \leq x \leq L$	150	18	1.28
N° TOTALE DI CONNETTORI CTC PER TRAVE:		52	CTC7240

2. VERIFICHE - RIEPILOGO

2.1 VERIFICHE DI RESISTENZA SLU [t=0]

CALCESTRUZZO

VERIFICA TENSIONALE - COMPRESIONE

29%

VERIFICATO

VERIFICA TENSIONALE - TRAZIONE

166%

**PREVEDERE
ARMATURA
LONGITUDINALE**

LEGNO

VERIFICA TENSIONALE - PRESSOFLESSIONE

54%

VERIFICATO

VERIFICA TENSIONALE - TAGLIO

29%

VERIFICATO

CONNESSIONE

VERIFICA DI RESISTENZA CONNESSIONE

96%

VERIFICATO

Efficienza del sistema composto

0.16

2.2 VERIFICHE DI RESISTENZA SLU [t=∞]

CALCESTRUZZO

VERIFICA TENSIONALE - COMPRESIONE

20%

VERIFICATO

VERIFICA TENSIONALE - TRAZIONE

80%

VERIFICATO

LEGNO

VERIFICA TENSIONALE - PRESSOFLESSIONE

56%

VERIFICATO

VERIFICA TENSIONALE - TAGLIO

30%

VERIFICATO

CONNESSIONE

VERIFICA DI RESISTENZA CONNESSIONE

97%

VERIFICATO

Efficienza del sistema composto

0.18

2.3 VERIFICHE DI DEFORMAZIONE - VERIFICHE DI FRECCIA SLE [t=0]			
DEFORMAZIONE MASSIMA (FRECCIA)	$W_{g+q,t=0}$	5.91 mm L / 863	VERIFICATO
LIMITE DI DEFORMAZIONE	$W_{lim,t=0}$	17.00 mm L / 300	
2.4 VERIFICHE DI DEFORMAZIONE - VERIFICHE DI FRECCIA SLE [t=∞]			
DEFORMAZIONE MASSIMA (FRECCIA)	$W_{g+q,t=∞}$	9.83 mm L / 519	VERIFICATO
LIMITE DI DEFORMAZIONE	$W_{lim,t=∞}$	20.40 mm L / 250	
3. SOLLECITAZIONI			
Carichi permanenti e variabili	q_d	13.97	kN/m
Momento flettente sollecitante	$M_{s,d}$	45.41	kNm
Taglio sollecitante	$V_{s,d}$	35.62	kN
Coefficienti combinazione	γ_{G1}	1.30	
	γ_{G2}	1.30	
	γ_Q	1.50	
4. RIGIDEZZA			
4.1 CALCOLO RIGIDEZZE INIZIALI [t=0]			
CALCESTRUZZO			
Rigidezza flessionale	$E_c J_c$	9.29E+11	Nmm ²
Rigidezza assiale	$E_c A_c$	3.10E+09	N
LEGNO			
Rigidezza flessionale	$E_L J_L$	7.43E+12	Nmm ²
Rigidezza assiale	$E_L A_L$	9.90E+08	N
SISTEMA COMPOSTO			
Rigidezza flessionale (Connessione deformabile)	$(E J)_{t=0}$	8.35E+12	Nmm ²
Rigidezza assiale	$(E A)_{t=0}$	7.50E+08	N
Distanza baricentro trave-soletta	a	201	mm
Rigidezza sistema composto (Connessione ∞ rigida)	$(E J)_{t=∞}$	3.87E+13	Nmm ²
parametro γ_1	γ_1	0.044	
parametro γ_2	γ_2	1.0	
parametro a2 (distanza baricentro trave - baricentro sezione tot)	a_2	24.6	mm
parametro a1 (distanza baricentro soletta cls - baricentro sezione tot)	a_1	176.4	mm
RIGIDEZZA FLESSIONALE EFFICACE	$(E J)_{eff}$	1.32E+13	Nmm ²
EFFICIENZA SISTEMA COMPOSTO	η	0.16	
4.2 CALCOLO RIGIDEZZE FINALI [t=∞]			
CALCESTRUZZO			
Rigidezza flessionale	$E_{c,∞} J_c$	3.08E+11	Nmm ²
Rigidezza assiale	$E_{c,∞} A_c$	1.03E+09	N
	$E_{c,∞}$	8.99E+03	N/mm ²
LEGNO			
Rigidezza flessionale	$E_{L,∞} J_L$	4.125E+12	Nmm ²
Rigidezza assiale	$E_{L,∞} A_L$	5.50E+08	N
	$E_{0,mean,∞}$	6.11E+03	N/mm ²
CONNESSIONE			
Rigidezza	$K_{u,∞}$	2850	N/mm
SISTEMA COMPOSTO			
Rigidezza flessionale (Connessione deformabile)	$(E J)_{t=∞}$	4.43256E+12	Nmm ²
Rigidezza assiale	$(E A)_{t=∞}$	3.58E+08	N
Distanza baricentro trave-soletta	a	201	mm
Rigidezza sistema composto (Connessione ∞ rigida)	$(E J)_{t=∞}$	1.89E+13	Nmm ²
parametro γ_1	γ_1	0.07	
parametro γ_2	γ_2	1.0	
parametro a2 (distanza baricentro trave - baricentro sezione tot)	a_2	23.92	mm
parametro a1 (distanza baricentro soletta cls - baricentro sezione tot)	a_1	177.08	mm
RIGIDEZZA FLESSIONALE EFFICACE	$(E J)_{eff}$	7.08E+12	Nmm ²
EFFICIENZA SISTEMA COMPOSTO	η	0.18	

5. VERIFICHE DI RESISTENZA

5.1 VERIFICHE DI RESISTENZA [t=0]

5.1.1 CALCESTRUZZO

Sforzo normale agente sulla soletta in CLS
Momento agente sulla soletta in CLS
Tensioni massime di compressione ai lembi della soletta
Tensioni massime di trazione ai lembi della soletta

$N_{c,d}$	83379	N
$M_{c,d}$	3186777	Nmm
$\sigma_{c,compr}$	4.09	N/mm ²
$\sigma_{c,tens}$	-2.39	N/mm ²

VERIFICA TENSIONALE - COMPRESSIONE

Tensioni massime di compressione ai lembi della soletta
Resistenza di calcolo a compressione

$\sigma_{c,compr}$	4.09	N/mm ²
$f_{c,d}$	14.17	N/mm ²

$$\sigma_{c,compr} \leq f_{c,d} \quad 4.09 \leq 14.17 \quad \text{VERIFICATO} \quad 29\%$$

VERIFICA TENSIONALE - TRAZIONE

Tensioni massime di compressione ai lembi della soletta
Resistenza di calcolo a trazione

$\sigma_{c,tens}$	-2.39	N/mm ²
$f_{c,t,d}$	1.44	N/mm ²

$$\sigma_{c,tens} \leq f_{c,t,d} \quad 2.39 \leq 1.44 \quad \text{PREVEDERE ARMATURA LONGITUDINALE} \quad 166\%$$

5.1.2 LEGNO

Sforzo normale agente sulla trave in legno
Momento agente sulla trave in legno
Tensioni massime di sforzo normale assiale
Tensioni massime di momento

$N_{L,d}$	83379	N
$M_{L,d}$	25465661	Nmm
$\sigma_{L,axial}$	0.93	N/mm ²
$\sigma_{L,bending}$	5.66	N/mm ²

VERIFICA TENSIONALE - PRESSOFLESSIONE

Tensioni massime di sforzo normale assiale
Trazione parallela alla fibratura
Tensioni massime di momento
Flessione

$\sigma_{L,axial}$	0.93	N/mm ²
$f_{t,0,d}$	8.00	N/mm ²
$\sigma_{L,bending}$	5.66	N/mm ²
$f_{m,d}$	13.24	Mpa

$$\sigma_{L,axial} / f_{t,0,d} + \sigma_{L,bending} / f_{m,d} \quad 0.54 \leq 1.00 \quad \text{VERIFICATO} \quad 54\%$$

VERIFICA TENSIONALE - TAGLIO

Tensione massima a taglio sulla trave in legno
Taglio

$T_{L,max}$	0.63	N/mm ²
$f_{v,d}$	2.21	N/mm ²

$$T_{L,max} \leq f_{v,d} \quad 0.63 \leq 2.21 \quad \text{VERIFICATO} \quad 29\%$$

5.1.3 CONNESSIONE

Forza agente sulla connessione
Resistenza caratteristica a scorrimento
Resistenza di progetto della connessione

$F_{s,d}$	6131	N
$R_{v,k}$	11208	N
$R_{v,d}$	6404	N

VERIFICA DELLA CONNESSIONE

$$F_{s,d} \leq R_{v,d} \quad 6131 \leq 6404 \quad \text{VERIFICATO} \quad 96\%$$

5.2 VERIFICHE DI RESISTENZA [t=∞]

5.2.1 CALCESTRUZZO

Sforzo normale agente sulla soletta in CLS
Momento agente sulla soletta in CLS
Tensioni massime di compressione ai lembi della soletta
Tensioni massime di trazione ai lembi della soletta

$N_{c,d}$	84426	N
$M_{c,d}$	1973514	Nmm
$\sigma_{c,compr}$	2.86	N/mm ²
$\sigma_{c,tens}$	-1.15	N/mm ²

VERIFICA TENSIONALE - COMPRESSIONE

Tensioni massime di compressione ai lembi della soletta
Resistenza di calcolo a compressione

$\sigma_{c,compr}$	2.86	N/mm ²
$f_{c,d}$	14.17	N/mm ²

$$\sigma_{c,compr} \leq f_{c,d} \quad 2.86 \leq 14.17 \quad \text{VERIFICATO} \quad 20\%$$

VERIFICA TENSIONALE - TRAZIONE

Tensioni massime di compressione ai lembi della soletta
Resistenza di calcolo a trazione

$\sigma_{c,tens}$	1.15	N/mm ²
$f_{c,t,d}$	1.44	N/mm ²

$$\sigma_{c,tens} \leq f_{c,t,d} \quad 1.15 \leq 1.44 \quad \text{VERIFICATO} \quad 80\%$$

Rotho Blaas Srl

Via dell'Adige N.2/1 | I-39040, Cortaccia (BZ) | Italia | Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84 | info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.it

5 / 7

5.2.2 LEGNO

Sforzo normale agente sulla trave in legno
Momento agente sulla trave in legno
Tensioni massime di sforzo normale assiale
Tensioni massime di momento

$N_{L,d}$	84426	N
$M_{L,d}$	26468490	Nmm
$\sigma_{L,axial}$	0.94	N/mm ²
$\sigma_{L,bending}$	5.88	N/mm ²

VERIFICA TENSIONALE - PRESSOFLESSIONE

Tensioni massime di sforzo normale assiale
Trazione parallela alla fibratura
Tensioni massime di momento
Flessione

$\sigma_{L,axial}$	0.94	N/mm ²
$f_{t,0,d}$	8.00	N/mm ²
$\sigma_{L,bending}$	5.88	N/mm ²
$f_{m,d}$	13.24	Mpa

$$\sigma_{L,ax} / f_{t,0,d} + \sigma_{L,bend} / f_{m,d}$$

0.56	≤	1.00
	VERIFICATO	56%

VERIFICA TENSIONALE - TAGLIO

Tensione massima a taglio sulla trave in legno
Taglio

$T_{L,max}$	0.66	N/mm ²
$f_{v,d}$	2.21	N/mm ²

$$T_{L,max} \leq f_{v,d}$$

0.66	≤	2.21
	VERIFICATO	30%

5.2.3 CONNESSIONE

Forza agente sulla connessione
Resistenza caratteristica a scorrimento
Resistenza di progetto della connessione

$F_{s,d}$	6208	N
$R_{v,k}$	11208	N
$R_{v,d}$	6404	N

VERIFICA DELLA CONNESSIONE

$$F_{s,d} \leq R_{v,d}$$

6208	≤	6404
	VERIFICATO	97%

6. VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

6.1 CALCOLO RIGIDENZE INIZIALI [t=0]

CALCESTRUZZO

Rigidità flessionale
Rigidità assiale

$E_c J_c$	9.29E+11	Nmm ²
$E_c A_c$	3.10E+09	N

LEGNO

Rigidità flessionale
Rigidità assiale

$E_L J_L$	7.43E+12	Nmm ²
$E_L A_L$	9.90E+08	N

SISTEMA COMPOSTO [t=0]

Rigidità flessionale (Connessione deformabile)

Rigidità assiale
Distanza baricentro trave-soletta

$(E J)_{t=0}$	8.35E+12	Nmm ²
$(E A)_{t=0}$	7.50E+08	N
a	201	mm

RIGIDENZA EFFICACE [t=0]

Rigidità sistema composto (Connessione ∞ rigida)
parametro y1
parametro y2
parametro a2 (distanza baricentro trave - baricentro sezione tot)
parametro a1 (distanza baricentro soletta cls - baricentro sezione tot)

$(E J)_{t=0}$	3.87E+13	Nmm ²
Y_1	0.0653	
Y_2	1.0	
a_2	34.1	mm
a_1	166.9	mm

RIGIDENZA FLESSIONALE EFFICACE

Efficienza sistema composto

$(E J)_{eff}$	1.51E+13	Nmm ²
η	0.22	

6.2 CALCOLO RIGIDEZZE FINALI [t=∞]

CALCESTRUZZO

Rigidezza materiale [t=∞]
Rigidezza flessionale
Rigidezza assiale

$E_{c,\infty}$	8993	N/mm ²
$E_{c,\infty} J_c$	2.65E+11	Nmm ²
$E_{c,\infty} A_c$	8.85E+08	N

LEGNO

Rigidezza materiale [t=∞]
Rigidezza flessionale
Rigidezza assiale

$E_{0,mean,\infty}$	6111	N/mm ²
$E_{1,\infty} J_l$	4.13E+12	Nmm ²
$E_{1,\infty} A_l$	5.50E+08	N

CONNESSIONE

Rigidezza (SLE)

$K_{ser,\infty}$	4275	N/mm
------------------	------	------

SISTEMA COMPOSTO

Rigidezza flessionale
Rigidezza assiale
Distanza baricentro trave-soletta
Rigidezza sistema composto [t=∞]
parametro γ_1
parametro γ_2
parametro a_2 (distanza baricentro trave - baricentro sezione tot)
parametro a_1 (distanza baricentro soletta cls - baricentro sezione tot)
RIGIDEZZA FLESSIONALE EFFICACE
Efficienza sistema composto

$(E J)_{t=\infty}$	4.39E+12	Nmm ²
$(E A)_{t=\infty}$	3.39E+08	N
a	201	mm
$(E J)_{t=\infty}$	1.81E+13	Nmm ²
γ_1	0.11956	
γ_2	1.0	
a_2	32.4	mm
a_1	168.6	mm
$(E J)_{eff}$	7.98E+12	Nmm ²
η	0.26	

6.3 VERIFICHE DI FRECCIA - SLE

Freccia [t=0]

Freccia per carichi permanenti
Freccia per carichi variabili
Freccia totale

$w_{q,inst}$	3.70	mm
$w_{q,inst}$	2.21	mm
$w_{q+q,inst}$	5.91	mm

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE - VERIFICHE DI FRECCIA SLE [t=0]

Limiti di deformazione (Freccia)

$w_{inst,lim}$	L / 300	
$w_{inst,lim}$	17.00	mm
$w_{q+q,inst}$	5.91	mm

Freccia totale

$w_{q+q,inst} \leq w_{inst,lim}$	5.91	≤	17.00
		VERIFICATO	L / 863

Freccia [t=∞]

Freccia per carichi permanenti
Freccia per carichi variabili
Freccia totale

$w_{q,fin}$	8.28	mm
$w_{q,fin}$	1.55	mm
$w_{q+q,fin}$	9.83	mm

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE - VERIFICHE DI FRECCIA SLE [t=∞]

Limiti di deformazione (Freccia)

$w_{fin,lim}$	L / 250	
$w_{fin,lim}$	20.40	mm
$w_{q+q,fin}$	9.83	mm

Freccia totale

$w_{q+q,inst} \leq w_{inst,lim}$	9.83	≤	20.40
		VERIFICATO	L / 519

7. ARMATURA TRASVERSALE SOLETTA C.A.

Area calcestruzzo
Area armatura scelta
Area armatura trasversale necessaria
Area minima da normativa (0,002*Ac)

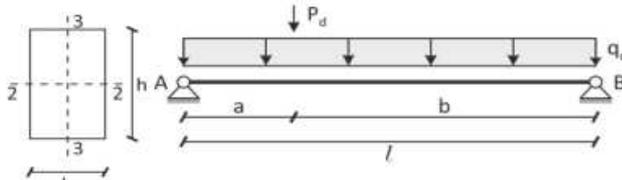
A_c	Ø8 20x20	984	cm ²	
A_s		2.51	cm ² /m	
$A_{s,req}$		1.11	cm ² /m	
$A_{s,standard}$		1.97	cm ² /m	
$A_s \geq A_{s,min}$		2.51	≥	1.97
		VERIFICATO		

Tipologia: trave	Elemento: Travetto
Vincoli: appoggio - appoggio	Posizione: Solaio
Norma: NTC 17/01/2018 + DT206:2018	Note: ...

Tipo materiale: C24	Proprietà del legno secondo la normativa europea UNI EN 14080 (lamellare), EN338 (massiccio), UNI EN 300 (OSB).	
Materiale legno in: controllo qualità		
Sezione	Valori caratteristici di rigidezza	
b = 120 mm	mod. elast. parall. medio $E_{0,mean}$	11000 MPa
h = 120 mm	mod. elast. parall. caratt. $E_{0,05}$	7400 MPa
l = 2.00 m	mod. elast. ortog. medio $E_{90,mean}$	370 MPa
Peso proprio del legno 4.50 kN/m ³	modulo di taglio medio G_{mean}	690 MPa
q_{G1k} = (peso pr. trave) = 0.06 kN/m	Valori caratteristici di resistenza	
Carichi agenti per metro quadro	flessione $f_{m,k}$	24.0 MPa
passo (o tratto di carico) = 0.65 m	traz. parallela alle fibre $f_{t,0,k}$	14.5 MPa
q_{G1k} = (permanente) = 2.00 kN/m ²	traz. ortog. alle fibre $f_{t,90,k}$	0.4 MPa
q_{G2k} = (perm non str) = 1.50 kN/m ²	compr. parallela alle fibre $f_{c,0,k}$	21.0 MPa
q_{Vk} = (variabile) = 2.00 kN/m ²	compr. ortog. alle fibre $f_{c,90,k}$	2.5 MPa
Carichi puntuali	taglio e torsione $f_{v,k}$	4.0 MPa
a (posizione carico) = 1.00 m	Lunghezza efficace (sband. piano deb.1-2)	
P_{G1k} = (permanente) = 0.00 kN	$l_{3,eff} =$ 2.00 m	
P_{G2k} = (perm non str) = 0.00 kN	perm. $q_{G1k} = q_{G1k} \cdot \text{passo} + q_{PPk} =$	1.36 kN/m
P_{Vk} = (variabile) = 0.00 kN	perm non str. $q_{G2k} = q_{G2k} \cdot \text{passo} =$	0.98 kN/m
Classe di servizio: 2	var. $q_{Vk} = q_{Vk} \cdot \text{passo} =$	1.30 kN/m
Carichi accidentali: Cat. A - Residenziale	Controfreccia: $u_0 =$ 10 mm	
tipo app: estremità $l_{,app} =$ 200 mm	Limiti di freccia	
appoggio: scont. $b_{,app} =$ 120 mm	$u_{2,ist} \leq l /$ 300	
dist. bordo a: 0 mm	$u_{net,fin} \leq l /$ 250	
Resistenza al fuoco R30	$u_{fin} \leq l /$ 200	

Valori statici

$k_h =$	1.05
$k_{cr} =$	0.50
$b_{ef} =$	60 mm
$A = b \cdot h =$	14400 mm ²
$J_{zz} = bh^3/12 =$	17280000 mm ⁴
$J_{33} = hb^3/12 =$	17280000 mm ⁴
$W_{22} = bh^2/6 =$	288000 mm ³
$W_{33} = hb^2/6 =$	288000 mm ³



Verifiche di resistenza		Verifiche di deformazione	
se $\leq 1 \rightarrow ok$		se $\leq 1 \rightarrow ok$	
Flessione $\sigma_{m,2,d} / f_{m,d} =$	0.65	Freccia istantanea $u_{2,ist} / u_{2,ist,lim} =$	0.23
Stabilità $\sigma_{m,2,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,d}) =$	0.65	Freccia netta finale $u_{net,fin} / u_{net,fin,lim} =$	0.00
Taglio $\tau_d / f_{v,d} =$	0.49	Freccia netta finale $u_{fin} / u_{fin,lim} =$	0.67
Compr. app. $\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}) =$	0.14	Freccia per P = 1 kN	0.88 mm **
Verifiche al fuoco: Verifiche soddisfatte per R30			

Esito: **OK!**

** Se $u(1kN) < 1.25$ mm, si può ritenere automaticamente soddisfatta la prova a vibrazione senza ulteriori verifiche. (Condizione valida nel caso di travi di solaio)

Ricerca combinazione più gravosa per SLU

Combinaz. 1) $F_d = 1,30 G_{1k} + 1,5 G_{2k}$	$\rightarrow k_{mod} = 0.60$
Combinaz. 2) $F_d = 1,30 G_k + 1,5 G_{2k} + 1,50 Q_{var,k}$	$\rightarrow k_{mod} = 0.80$
Esito ricerca: comb. 2)	$\rightarrow k_{mod} = 0.80$
carico di progetto uniforme $q_d =$	5.19 kN/m
carico di progetto puntuale $P_d =$	0.00 kN

$R_{\text{appoggio A}}$	=	5.19	kN
$R_{\text{appoggio B}}$	=	5.19	kN
V_{max}	=	5.19	kN
M_{campala}	=	2.59	kNm

Sollecitazioni massime

$R_{\text{app,max}}$	=	5.19	kN
V_3	=	5.19	kN
M_{22}	=	2.59	kNm

Tensioni

$\tau_d = 1,5 V_3 / hb_{\text{eff}}$	=	1.08	MPa
$\sigma_{m,2,d} = M_{22} / W_{22}$	=	9.00	MPa
$\sigma_{c,90,d} = R_{\text{app,max}} / (b l_{\text{app}})$	=	0.20	Mpa

Coefficienti

k_{mod}	=	0.80
γ_M	=	1.45
$k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	0.55

Resistenze di calcolo

$f_{m,d} = k_{\text{tr}} f_{m,k} k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	13.85	MPa
$f_{v,d} = f_{v,k} k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	2.21	MPa
$f_{c,90,d} = f_{c,90,k} k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	1.38	MPa

Calcolo del coefficiente di sbandamento laterale k_{crit} (sbandamento nel piano debole 1-2)

$k_{\text{crit}} =$ (formule in funzione di $\lambda_{\text{rel,m}}$)	1.00	secondo (4.4.12) di NTC 17/01/2018
$\lambda_{\text{rel,m}} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit})^{0.5} =$	0.27	snellezza a flessione
$f_{m,k} =$	25.10 MPa	resistenza caratteristica a flessione
$\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 / (l_{3,\text{eff}} h) E_{0,05} =$	346.32 MPa	tensione di flessione critica
$l_{3,\text{eff}} =$	2.00 m	lunghezza efficace
$E_{0,05} =$	7400 MPa	modulo elastico parallelo caratteristico
$G_{\text{mean}} =$	690 MPa	modulo di taglio medio
$E_{\text{mean}} =$	11000 MPa	modulo elastico parallelo medio

Calcolo del coefficiente di compressione ortogonale $k_{c,90}$

$l_{\text{app-calcolo}} =$	220 mm	determinato secondo eq. [7.10]
$k_{c,90} =$	1.00	parametro

Verifica di resistenza a flessione

$$\eta = \sigma_{m,2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad \eta = 0.65 \leq 1$$

Verifica di stabilità (svergolamento)

$$\eta = \sigma_{m,2,d} / (k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}) \leq 1 \quad \eta = 0.65 \leq 1$$

Verifica di resistenza a taglio

$$\eta = \tau_d / f_{v,d} \leq 1 \quad \eta = 0.49 \leq 1$$

Verifica a compressione all'appoggio

$$\eta = \sigma_{c,90,d} / (k_{c,90,d} f_{c,90,d}) \leq 1 \quad \eta = 0.14 \leq 1$$

Reazioni agli appoggi - sollecitazioni non combinate

$R_{\text{appoggio A, g1,k}}$	=	1.36	kN
$R_{\text{appoggio A, g2,k}}$	=	0.98	kN
$R_{\text{appoggio A, q,k}}$	=	1.30	kN
$R_{\text{appoggio B, g1,k}}$	=	1.36	kN
$R_{\text{appoggio B, g2,k}}$	=	0.98	kN
$R_{\text{appoggio B, q,k}}$	=	1.30	kN

Reazioni agli appoggi - c. di c. rara (g+q)

$R_{\text{appoggio A, c. di c. rara}}$	=	3.64	kN
$R_{\text{appoggio B, c. di c. rara}}$	=	3.64	kN

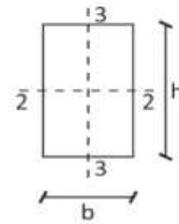
Verifica della freccia di inflessione

Controfreccia: $u_0 = 10$ mm

Valori di deformata >0 se verso il basso

Componenti della freccia di inflessione:

u_1 freccia dovuta ai carichi permanenti
 u_2 freccia dovuta ai carichi variabili
 $u_{net} = u_1 + u_2 - u_0$ freccia netta (finale al netto della controfreccia)
 $u_{fin} = u_1 + u_2$ freccia finale (o freccia totale)



Limiti:

$u_{2,ist} \leq l /$	300	=	6.67	mm
$u_{net,fin} \leq l /$	250	=	8.00	mm
$u_{net,fin} \leq l /$	200	=	10.00	mm

$l = 2.00$ m

Parametri:

$G_{mean} = 690$ MPa
 $E_{mean} = 11000$ MPa
 $q_{Gk} = 1.36$ kN/m
 $q_{Gk} = 0.98$ kN/m
 $q_{vk} = 1.30$ kN/m
 $P_{Gk} = 0.00$ kN/m
 $P_{Gk} = 0.00$ kN/m
 $P_{vk} = 0.00$ kN/m

Valori di k_{def} secondo la tabella 4.4.V di NTC 17/01/2018:

Classe di servizio della struttura:	$k_{def} = 0.80$
Coefficienti:	$\Psi_{2l} = 0.30$

Verifica della freccia istantanea $u_{2,ist}$ per i soli carichi variabili

$q = q_{vk} = 1.30$ kN/m

$P = P_{vk} = 0.00$ kN

$u_{2,ist} =$

1.50 mm

$\eta = u_{2,ist} / u_{2,ist,lim}$

$\eta = 0.23$ OK

Verifica della freccia netta finale $u_{net,fin}$

$q = (q_{G1k} + q_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + q_{vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 5.82$ kN/m

$P = (P_{G1k} + P_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + P_{vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 0.00$ kN

$u_{net,fin} =$

0.00 mm

$\eta = u_{net,fin} / u_{net,fin,lim}$

$\eta = 0.00$ OK

Verifica della freccia totale finale u_{fin}

$q = (q_{G1k} + q_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + q_{vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 5.82$ kN/m

$P = (P_{G1k} + P_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + P_{vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 0.00$ kN

$u_{fin} =$

6.73 mm

$\eta = u_{net,fin} / u_{net,fin,lim}$

$\eta = 0.67$ OK

Verifiche in condizione di incendio Normativa: NTC 17/01/2018 + DT206:2018

Sezione integra
b = 120 mm
h = 120 mm

Metodo della sezione efficace
 $\beta_0 = 0.8$ mm/min
 $t_{fi,req} = 30.0$ min
 $d_{char} = \beta_0 t_{fi,req} = 24.0$ mm
 $k_0 = 1.00$
 $d_0 = 7.0$ mm
 $d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0 = 31.0$ mm

N.° superfici esposte al fuoco

lateralmente:	2
riduzione di b:	2 d_{ef}
inferiormente e superiormente:	1
riduzione di h:	1 d_{ef}

Sezione efficace
 $b_{ef} = 58.0$ mm
 $h_{ef} = 89.0$ mm
 $b_{ef,T} = 29$ mm
 $A = b_{ef} h_{ef} = 5162$ mm²
 $J_{zz} = b_{ef} h_{ef}^3 / 12 = 3407350$ mm⁴
 $W_{zz} = b_{ef} h_{ef}^2 / 6 = 76570$ mm³

Combinazione di carico
 $\Psi_{2,i} = 0.30$
 $F_d = 1.0 G_{1k} + 1.0 G_{2k} + \Psi_{2,1} Q_{ver,k} \rightarrow q_d = 2.73$ kN/m
 $\rightarrow P_d = 0.00$ kN

Sollecitazioni massime
l = 2.00 m
V₃ = 2.73 kN
M₂₂ = 1.36 kNm

Tensioni di progetto
 $\tau_d = 1.5 V_3 / h_{ef} b_{ef,T} = 1.59$ Mpa
 $\sigma_{m,2,d} = M_{22} / W_{zz} = 17.83$ Mpa

Lunghezza efficace (per sbandamento nel piano debole 1-2) $l_{3,eff} = 2.00$ m

Calcolo dei coefficienti di sbandamento laterale k_{crit} (sbandamento nel piano debole 1-2) e di $k_{c,90}$

$k_{crit} =$ (formule in funzione di $\lambda_{rel,m}$) =	1.00	secondo (4.4.12) di NTC 17/01/2018
$\lambda_{rel,m} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit})^{0.5} =$	0.43	snellezza a flessione
$f_{m,k} =$	25.10 Mpa	resistenza caratteristica a flessione
$\sigma_{m,crit} = 0.78 b^2 / (l_{3,eff} h) E_{0,05} =$	136.36 Mpa	tensione di flessione critica
$l_{3,eff} =$	2.00 m	lunghezza efficace
$E_{0,05} =$	9250 Mpa	modulo elastico parallelo caratteristico

Calcolo del coefficiente di compressione ortogonale $k_{c,90}$

$l_{app-calcolo} =$	214.83333 mm	determinato secondo eq. [7.10]
$k_{c,90} =$	1.00	parametro

Verifica di resistenza a flessione
 $\eta = \sigma_{m,2,d} / f_{m,0,d} \leq 1$ $\eta = 0.59 \leq 1$

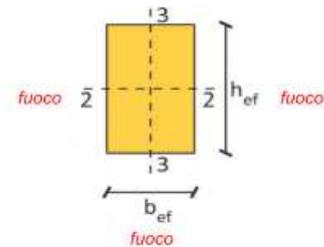
Verifica di stabilità (svergolamento)
 $\eta = \sigma_{m,2,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,0,d}) \leq 1$ $\eta = 0.59 \leq 1$

Verifica di resistenza a taglio
 $\eta = \tau_d / f_{v,0,d} \leq 1$ $\eta = 0.32 \leq 1$

Verifica a compressione all'appoggio
 $\eta = \sigma_{c,90,d} / (k_{c,90,d} f_{c,90,0,d}) \leq 1$ $\eta = 0.07 \leq 1$

Resistenza al fuoco richiesta: R 30

LEGNO MASSICCIO C24		
Valori di calcolo dei moduli di elasticità		
mod. elast. parall.	$E_{0,05,d} =$	9250 MPa
mod. elast. ortog.	$E_{90,05,d} =$	463 MPa
modulo di taglio	$G_{fi,d} =$	863 MPa
Valori di calcolo di resistenza		
flessione	$f_{m,0,d} =$	30.00 MPa
traz. parallela alle fibre	$f_{t,0,05,d} =$	18.13 MPa
traz. ortog. alle fibre	$f_{t,90,05,d} =$	0.50 MPa
compr. parallela alle fibre	$f_{c,0,05,d} =$	26.25 MPa
compr. ortog. alle fibre	$f_{c,90,05,d} =$	3.13 MPa
taglio	$f_{v,0,d} =$	5.00 MPa
Coefficienti di calcolo utilizzati:		
$k_{mod,fi} = 1.00$	} $k_{mod,fi} k_{fi} / \gamma_{M,fi} = 1.25$	
$k_{fi} = 1.25$		
$\gamma_{M,fi} = 1.00$		



Verifica modiglione balcone

Schema statico trave a mensola

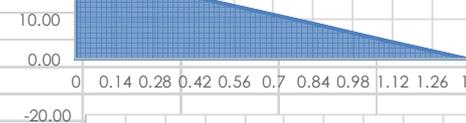
Tipo profilo	T
Profilo	T 140
Numero profili	1
Luce tra gli app.	L = 1.40 m
Interasse =	2.10 m

Q_k

G_{1k}, G_{2k}

30.00
20.00
10.00
0.00

Taglio



Carichi

	Y_F	Slu	Rara	
Peso proprio G1	0.50	1.30	0.65	0.50 kN/m ²
Permanenti G2	0.50	1.50	0.75	0.50 kN/m ²
Variabili Q	4.00	1.50	6.00	4.00 kN/m ²
		Tot =	7.40	5.00 kN/m ²

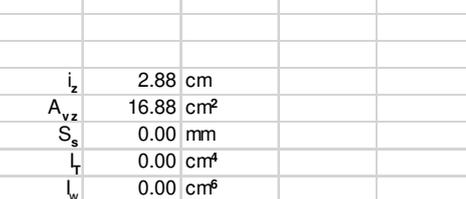
Caratteristiche materiale

Acciaio tipo	S275	Caratteristiche profilo	
EN 10025, EN10210, EN 10219		Peso	31.30 kg/m
$f_{tk} =$	430 N/mm ²	A	39.75 cm ²
$f_{yk} =$	275 N/mm ²	I_v	733.46 cm ⁴
E =	210000 N/mm ²	W_v	73.73 cm ³
$\nu =$	0.3	$W_{pl.v}$	0.00 cm ³
G =	80769 N/mm ²	i_v	4.30 cm
$\rho =$	7850 kg/m ³	$A_{v.v}$	0.00 cm ²
$y_{m0} =$	1.05	I_z	346.52 cm ⁴
		W_z	49.50 cm ³
		$W_{pl.z}$	0.00 cm ³

-10.00

0.00

Momento



Verifica a stato limite ultimo

Comb.	q kN/m	Taglio			Momento flettente			Ver.
		Vsd kN	Vrd kN	lr.	Msd kNm	Mrd kNm	lr.	
I	15.95	22.33	255.17	0.09	15.63	19.31	0.81	Si

Dove

Comb. di carico I (carichi perm. + var.)

$$q = Y_{q1} \cdot G_{k1} + Y_{q2} \cdot G_{k2} + Y_q \cdot Q_k$$

$$V_{sd} = q \cdot L$$

$$V_{rd} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot y_{m0})$$

$$M_{sd} = q \cdot L^2 / 2$$

$$M_{rd} = W \cdot f_{yk} / y_{m0}$$

Verifica a stato limite di servizio

δ_{max} mm	L/125 mm	lr.	δ_2 mm	L/150 mm	lr.	Ver.
3.37	11.20	0.30	2.62	9.33	0.28	Si

Dove

Tipo di impalcato

Solai in generale

$$\delta_1 = (G1k+G2k) \cdot L^4 / (8 \cdot E \cdot J) = 0.75 \text{ mm}$$

$$\delta_2 = Qk \cdot L^4 / (8 \cdot E \cdot J) = 2.62 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2 = 3.37 \text{ mm}$$

Sollecitazione in condizione d'incendio

Comb.	q kN/m	Taglio		Momento	
		Vsd kN	lr.	Msd kNm	lr.
II	4.93	6.91		4.83	

Dove

Comb. di carico II (carichi perm. + var.)

$$q = G_{k1} + G_{k2} + \psi_{2q} \cdot Q_k$$

$$V_{sd} = q \cdot L / 2$$

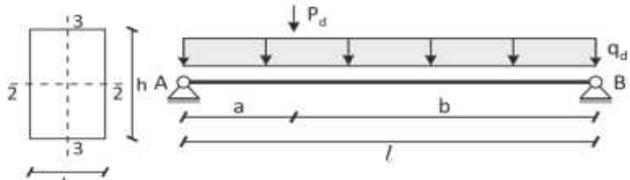
$$M_{sd} = q \cdot L^2 / 8$$

Tipologia: trave	Elemento: Travetto
Vincoli: appoggio - appoggio	Posizione: Balcone
Norma: NTC 17/01/2018 + DT206:2018	Note: ...

Tipo materiale: C24	Proprietà del legno secondo la normativa europea UNI EN 14080 (lamellare), EN338 (massiccio), UNI EN 300 (OSB).	
Materiale legno in: controllo qualità		
Sezione	Valori caratteristici di rigidezza	
b = 120 mm	mod. elast. parall. medio $E_{0,mean}$	11000 MPa
h = 120 mm	mod. elast. parall. caratt. $E_{0,05}$	7400 MPa
l = 2.10 m	mod. elast. ortog. medio $E_{90,mean}$	370 MPa
Peso proprio del legno 4.50 kN/m ³	modulo di taglio medio G_{mean}	690 MPa
q_{G1k} = (peso pr. trave) = 0.06 kN/m	Valori caratteristici di resistenza	
Carichi agenti per metro quadro	flessione $f_{m,k}$	24.0 MPa
passo (o tratto di carico) = 0.70 m	traz. parallela alle fibre $f_{t,0,k}$	14.5 MPa
q_{G1k} = (permanente) = 0.50 kN/m ²	traz. ortog. alle fibre $f_{t,90,k}$	0.4 MPa
q_{G2k} = (perm non str) = 0.50 kN/m ²	compr. parallela alle fibre $f_{c,0,k}$	21.0 MPa
q_{Vk} = (variabile) = 4.00 kN/m ²	compr. ortog. alle fibre $f_{c,90,k}$	2.5 MPa
Carichi puntuali	taglio e torsione $f_{v,k}$	4.0 MPa
a (posizione carico) = 1.05 m	Lunghezza efficace (sband. piano deb.1-2)	
P_{G1k} = (permanente) = 0.00 kN	$l_{3,eff} =$ 2.10 m	
P_{G2k} = (perm non str) = 0.00 kN	perm. $q_{G1k} = q_{G1k} \cdot \text{passo} + q_{ppk} =$	0.41 kN/m
P_{Vk} = (variabile) = 0.00 kN	perm non str. $q_{G2k} = q_{G2k} \cdot \text{passo} =$	0.35 kN/m
Classe di servizio: 2	var. $q_{Vk} = q_{Vk} \cdot \text{passo} =$	2.80 kN/m
Carichi accidentali: Cat. A - Residenziale	Controfreccia: $u_0 =$ 10 mm	
tipo app: estremità $l_{,app} =$ 200 mm	Limiti di freccia	
appoggio: scont. $b_{,app} =$ 120 mm	$u_{2,ist} \leq l /$ 300	
dist. bordo a: 0 mm	$u_{net,fin} \leq l /$ 250	
Resistenza al fuoco R30	$u_{fin} \leq l /$ 200	

Valori statici

$k_h =$	1.05
$k_{cr} =$	0.50
$b_{ef} =$	60 mm
$A = b \cdot h =$	14400 mm ²
$J_{22} = bh^3/12 =$	17280000 mm ⁴
$J_{33} = hb^3/12 =$	17280000 mm ⁴
$W_{22} = bh^2/6 =$	288000 mm ³
$W_{33} = hb^2/6 =$	288000 mm ³



Verifiche di resistenza		Verifiche di deformazione	
se $\leq 1 \rightarrow ok$		se $\leq 1 \rightarrow ok$	
Flessione $\sigma_{m,2,d} / f_{m,d} =$	0.73	Freccia istantanea $u_{2,ist} / u_{2,ist,lim} =$	0.56
Stabilità $\sigma_{m,2,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,d}) =$	0.73	Freccia netta finale $u_{net,fin} / u_{net,fin,lim} =$	0.00
Taglio $\tau_d / f_{v,d} =$	0.52	Freccia netta finale $u_{fin} / u_{fin,lim} =$	0.65
Compr. app. $\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}) =$	0.15	Freccia per P = 1 kN	1.02 mm **
Verifiche al fuoco: Verifiche soddisfatte per R30			

Esito: **OK!**

** Se $u(1kN) < 1.25$ mm, si può ritenere automaticamente soddisfatta la prova a vibrazione senza ulteriori verifiche. (Condizione valida nel caso di travi di solaio)

Ricerca combinazione più gravosa per SLU

Combinaz. 1) $F_d = 1,30 G_{1k} + 1,5 G_{2k}$	$\rightarrow k_{mod} = 0.60$
Combinaz. 2) $F_d = 1,30 G_k + 1,5 G_{2k} + 1,50 Q_{var,k}$	$\rightarrow k_{mod} = 0.80$
Esito ricerca: comb. 2)	$\rightarrow k_{mod} = 0.80$
carico di progetto uniforme $q_d =$	5.26 kN/m
carico di progetto puntuale $P_d =$	0.00 kN

$R_{\text{appoggio A}}$	=	5.53	kN
$R_{\text{appoggio B}}$	=	5.53	kN
V_{max}	=	5.53	kN
M_{campala}	=	2.90	kNm

Sollecitazioni massime

$R_{\text{app,max}}$	=	5.53	kN
V_3	=	5.53	kN
M_{22}	=	2.90	kNm

Tensioni

$\tau_d = 1,5 V_3 / hb_{\text{eff}}$	=	1.15	MPa
$\sigma_{m,2,d} = M_{22} / W_{22}$	=	10.08	MPa
$\sigma_{c,90,d} = R_{\text{app,max}} / (b l_{\text{app}})$	=	0.21	MPa

Coefficienti

k_{mod}	=	0.80
γ_M	=	1.45
$k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	0.55

Resistenze di calcolo

$f_{m,d} = k_{\text{tr}} f_{m,k} k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	13.85	MPa
$f_{v,d} = f_{v,k} k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	2.21	MPa
$f_{c,90,d} = f_{c,90,k} k_{\text{mod}} / \gamma_M$	=	1.38	MPa

Calcolo del coefficiente di sbandamento laterale k_{crit} (sbandamento nel piano debole 1-2)

$k_{\text{crit}} =$ (formule in funzione di $\lambda_{\text{rel,m}}$)	1.00	secondo (4.4.12) di NTC 17/01/2018
$\lambda_{\text{rel,m}} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit})^{0.5}$	0.28	snellezza a flessione
$f_{m,k}$	25.10 MPa	resistenza caratteristica a flessione
$\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 / (l_{3,\text{eff}} h) E_{0,05}$	329.83 MPa	tensione di flessione critica
$l_{3,\text{eff}}$	2.10 m	lunghezza efficace
$E_{0,05}$	7400 MPa	modulo elastico parallelo caratteristico
G_{mean}	690 MPa	modulo di taglio medio
E_{mean}	11000 MPa	modulo elastico parallelo medio

Calcolo del coefficiente di compressione ortogonale $k_{c,90}$

$l_{\text{app-calcolo}}$	=	220 mm	determinato secondo eq. [7.10]
$k_{c,90}$	=	1.00	parametro

Verifica di resistenza a flessione

$$\eta = \sigma_{m,2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad \eta = 0.73 \leq 1$$

Verifica di stabilità (svergolamento)

$$\eta = \sigma_{m,2,d} / (k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}) \leq 1 \quad \eta = 0.73 \leq 1$$

Verifica di resistenza a taglio

$$\eta = \tau_d / f_{v,d} \leq 1 \quad \eta = 0.52 \leq 1$$

Verifica a compressione all'appoggio

$$\eta = \sigma_{c,90,d} / (k_{c,90,d} f_{c,90,d}) \leq 1 \quad \eta = 0.15 \leq 1$$

Reazioni agli appoggi - sollecitazioni non combinate

$R_{\text{appoggio A, g1,k}}$	=	0.44	kN
$R_{\text{appoggio A, g2,k}}$	=	0.37	kN
$R_{\text{appoggio A, q,k}}$	=	2.94	kN
$R_{\text{appoggio B, g1,k}}$	=	0.44	kN
$R_{\text{appoggio B, g2,k}}$	=	0.37	kN
$R_{\text{appoggio B, q,k}}$	=	2.94	kN

Reazioni agli appoggi - c. di c. rara (g+q)

$R_{\text{appoggio A, c. di c. rara}}$	=	3.74	kN
$R_{\text{appoggio B, c. di c. rara}}$	=	3.74	kN

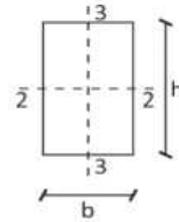
Verifica della freccia di inflessione

Controfreccia: $u_0 = 10$ mm

Valori di deformata >0 se verso il basso

Componenti della freccia di inflessione:

u_1 freccia dovuta ai carichi permanenti
 u_2 freccia dovuta ai carichi variabili
 $u_{net} = u_1 + u_2 - u_0$ freccia netta (finale al netto della controfreccia)
 $u_{fin} = u_1 + u_2$ freccia finale (o freccia totale)



Limiti:

$u_{2,ist} \leq l /$	300	=	7.00	mm
$u_{net,fin} \leq l /$	250	=	8.40	mm
$u_{net,fin} \leq l /$	200	=	10.50	mm

$l = 2.10$ m

Parametri:

$G_{mean} = 690$ MPa
 $E_{mean} = 11000$ MPa
 $q_{Gk} = 0.41$ kN/m
 $q_{Gk} = 0.35$ kN/m
 $q_{Vk} = 2.80$ kN/m
 $P_{Gk} = 0.00$ kN/m
 $P_{Gk} = 0.00$ kN/m
 $P_{Vk} = 0.00$ kN/m

Valori di k_{def} secondo la tabella 4.4.V di NTC 17/01/2018:

Classe di servizio della struttura:	$k_{def} = 2$
Coefficienti:	$\Psi_{2l} = 0.80$
	$\Psi_{2l} = 0.30$

Verifica della freccia istantanea $u_{2,ist}$ per i soli carichi variabili

$q = q_{Vk} = 2.80$ kN/m

$P = P_{Vk} = 0.00$ kN

$u_{2,ist} =$

3.92 mm

$\eta = u_{2,ist} / u_{2,ist,lim}$

$\eta = 0.56$ OK

Verifica della freccia netta finale $u_{net,fin}$

$q = (q_{G1k} + q_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + q_{Vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 4.85$ kN/m

$P = (P_{G1k} + P_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + P_{Vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 0.00$ kN

$u_{net,fin} =$

0.00 mm

$\eta = u_{net,fin} / u_{net,fin,lim}$

$\eta = 0.00$ OK

Verifica della freccia totale finale u_{fin}

$q = (q_{G1k} + q_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + q_{Vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 4.85$ kN/m

$P = (P_{G1k} + P_{G2k}) \cdot (1 + k_{def}) + P_{Vk} \cdot (1 + \Psi_{2l} \cdot k_{def}) = 0.00$ kN

$u_{fin} =$

6.78 mm

$\eta = u_{net,fin} / u_{net,fin,lim}$

$\eta = 0.65$ OK

Verifiche in condizione di incendio Normativa: NTC 17/01/2018 + DT206:2018

Sezione integra

b = 120 mm
h = 120 mm

Metodo della sezione efficace

$\beta_0 = 0.8$ mm/min
 $t_{fi,req} = 30.0$ min
 $d_{char} = \beta_0 t_{fi,req} = 24.0$ mm
 $k_0 = 1.00$
 $d_0 = 7.0$ mm
 $d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0 = 31.0$ mm

N.° superfici esposte al fuoco

lateralmente:	2
riduzione di b:	2 d_{ef}
inferiormente e superiormente:	1
riduzione di h:	1 d_{ef}

Sezione efficace

$b_{ef} = 58.0$ mm
 $h_{ef} = 89.0$ mm
 $b_{ef,T} = 29$ mm
 $A = b_{ef} h_{ef} = 5162$ mm²
 $J_{zz} = b_{ef} h_{ef}^3 / 12 = 3407350$ mm⁴
 $W_{zz} = b_{ef} h_{ef}^2 / 6 = 76570$ mm³

Combinazione di carico

$\Psi_{2,i} = 0.30$
 $F_d = 1.0 G_{1k} + 1.0 G_{2k} + \Psi_{2,1} Q_{ver,k} \rightarrow q_d = 1.60$ kN/m
 $\rightarrow P_d = 0.00$ kN

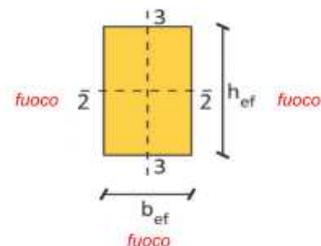
Sollecitazioni massime

$l = 2.10$ m
 $V_3 = 1.69$ kN
 $M_{22} = 0.88$ kNm

Tensioni di progetto

$\tau_d = 1.5 V_3 / h_{ef} b_{ef,T} = 0.98$ Mpa
 $\sigma_{m,2,d} = M_{22} / W_{zz} = 11.55$ Mpa

Lunghezza efficace (per sbandamento nel piano debole 1-2)



$l_{3,eff} = 2.10$ m

Calcolo dei coefficienti di sbandamento laterale k_{crit} (sbandamento nel piano debole 1-2) e di $k_{c,90}$

$k_{crit} =$ (formule in funzione di $\lambda_{rel,m}$) = 1.00 secondo (4.4.12) di NTC 17/01/2018
 $\lambda_{rel,m} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit})^{0.5} = 0.44$ snellezza a flessione
 $f_{m,k} = 25.10$ Mpa resistenza caratteristica a flessione
 $\sigma_{m,crit} = 0.78 b^2 / (l_{3,eff} h) E_{0,05} = 129.86$ Mpa tensione di flessione critica
 $l_{3,eff} = 2.10$ m lunghezza efficace
 $E_{0,05} = 9250$ Mpa modulo elastico parallelo caratteristico

Calcolo del coefficiente di compressione ortogonale $k_{c,90}$

$l_{app-calcolo} = 214.83333$ mm determinato secondo eq. [7.10]
 $k_{c,90} = 1.00$ parametro

Verifica di resistenza a flessione

$\eta = \sigma_{m,2,d} / f_{m,0,d} \leq 1$ $\eta = 0.39 \leq 1$

Verifica di stabilità (svergolamento)

$\eta = \sigma_{m,2,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,0,d}) \leq 1$ $\eta = 0.39 \leq 1$

Verifica di resistenza a taglio

$\eta = \tau_d / f_{v,0,d} \leq 1$ $\eta = 0.20 \leq 1$

Verifica a compressione all'appoggio

$\eta = \sigma_{c,90,d} / (k_{c,90,d} f_{c,90,0,d}) \leq 1$ $\eta = 0.04 \leq 1$

Resistenza al fuoco richiesta:

R 30

LEGNO MASSICCIO C24

Valori di calcolo dei moduli di elasticità

mod. elast. parall. $E_{0,05,d} = 9250$ MPa
mod. elast. ortog. $E_{90,05,d} = 463$ MPa
modulo di taglio $G_{05,d} = 863$ MPa

Valori di calcolo di resistenza

flessione $f_{m,0,d} = 30.00$ MPa
traz. parallela alle fibre $f_{t,0,05,d} = 18.13$ MPa
traz. ortog. alle fibre $f_{t,90,05,d} = 0.50$ MPa
compr. parallela alle fibre $f_{c,0,05,d} = 26.25$ MPa
compr. ortog. alle fibre $f_{c,90,05,d} = 3.13$ MPa
taglio $f_{v,0,d} = 5.00$ MPa

Coefficienti di calcolo utilizzati:

$k_{mod,fi} = 1.00$
 $k_{fi} = 1.25$
 $\gamma_{M,fi} = 1.00$
} $k_{mod,fi} k_{fi} / \gamma_{M,fi} = 1.25$