



Regione Marche

Provincia di Ascoli Piceno

## COMUNE DI MONTEPRANDONE

### INTERVENTO DI RESTAURO DELLA CHIESA DI S. MARIA DELLE GRAZIE

*Santuario di S. Giacomo della Marca*

*Elaborato:*

**RELAZIONE SUI MATERIALI  
RELAZIONE SULLE FONDAZIONI  
RELAZIONE DI CALCOLO**

**Proprietà: COMUNE DI  
MONTEPRANDONE**

**IL COMMITTENTE**  
*Comune di Monteprandone*

**IL PROGETTISTA**  
*Dott. Ing. Daniele Guidotti*

**Ubicazione:**  
*Via Madonna delle Grazie*

**DATA:** *Dicembre 2015*

**AUTORIZZAZIONI:**

**VISTO:**

## RELAZIONE SUI MATERIALI

### - PREMESSA

I materiali necessari alla realizzazione dell' intervento devono soddisfare i requisiti e le prescrizioni stabilite dalle Normative Tecniche e dai regolamenti vigenti in materia. I materiali devono essere accettati e riconosciuti nella loro qualificazione certificata, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori. In ogni caso non saranno ammessi in cantiere i materiali non conformi alle limitazioni dichiarate nel presente documento.

### - LEGNO

Le strutture di copertura saranno realizzate con legno massello tipo castagno o rovere con classe di resistenza minima D24 (corrispondenza con le classi della norma UNI 388) opportunamente trattato con sostanze fungicide e antitarlo.

Proprietà		Castagno/Italia
Corrispondenza con le Classi di resistenza della UNI EN 338		D24
Categorie resistenti		S
Flessione (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,k}$	28
Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,k}$	17
Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,k}$	0,6
Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,k}$	22
Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,k}$	7,3
Taglio (5-percentile), N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,k}$	4,0
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean}$	12,5
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05}$	10,5
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean}$	0,83
Modulo di taglio (medio), kN/mm <sup>2</sup>	$G_{mean}$	0,78
Massa volumica (5-percentile), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k$	485
Massa volumica (media), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{mean}$	580

### - ACCIAIO Laminato per Strutture Metalliche

Gli acciai per strutture metalliche, laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008.

Ogni elemento dovrà avere caratteristiche di composizione e resistenza alle sollecitazioni perfettamente rispondente e non inferiore ai valori ed ai parametri specificati nelle tavole di progetto e nelle relazioni di calcolo.

Le caratteristiche meccaniche dell'acciaio saranno conformi alle prescrizioni presenti nella Norma UNI EN 10025 : 2005 secondo la classificazione armonizzata europea.

Classe di Resistenza	S 235 JR
Resistenza Caratteristica di Snervamento, $t \leq 40$ mm	$f_{yk} \geq 235 \text{ N/mm}^2$
Resistenza Caratteristica di Rottura, $t \leq 40$ mm	$f_{tk} \geq 360 \text{ N/mm}^2$
Resistenza Caratteristica di Snervamento, $t > 40$ mm	$f_{yk} \geq 215 \text{ N/mm}^2$
Resistenza Caratteristica di Rottura, $t > 40$ mm	$f_{tk} \geq 360 \text{ N/mm}^2$
Collegamenti con Bulloni di Seria ad Alta Resistenza	Classe 8.8
Resistenza Caratteristica di Snervamento	$f_{yb k} \geq 649 \text{ N/mm}^2$
Resistenza Caratteristica di Rottura	$f_{tb k} \geq 800 \text{ N/mm}^2$
Collegamenti con Chiodi conformi alla Norma UNI 7356	
Collegamenti con Saldature ad arco secondo la Norma UNI EN ISO 4063 : 2001	

Dovranno essere di prima qualità, privi di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità, perfettamente lavorabili a freddo e a caldo senza che ne derivino screpolature o alterazioni, dovranno, altresì, essere saldabili e non suscettibili di perdita della tempera. E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Ascoli Piceno, li Dicembre 2015

Il Progettista delle Strutture  
Dott.Ing. Daniele Guidotti

Il D.L.delle Strutture  
(Dott.Ing. Daniele Guidotti)

## ***RELAZIONE SULLE FONDAZIONI***

I lavori di restauro della Chesa di S. Maria delle Grazie di Montepreandone prevedono interventi locali consistenti nel rifacimento del solaio di copertura con struttura portante in legno massello di castagno o rovere. La struttura avrà la stessa orditura di quella esistente e sarà opportunamente impermeabilizzata e coibentata con pannelli in lana di vetro.

Le suddette strutture, simili a quelle attuali, non produrranno incrementi apprezzabili dei carichi sulle murature al piano e in fondazione rispettando ampiamente i limiti imposti dalla norma che prevede nel primo caso incrementi < del 20% e nel secondo caso < del 10 %.

Le murature perimetrali saranno restaurate con limitati interventi di cucì e scuci nelle zone in cui sono maggiormente deteriorate utilizzando materiale compatibile con quello esistente al fine di non variare in modo apprezzabile la rigidità delle murature.

Le strutture di fondazione non subiranno significativi incrementi di carico; peraltro le stesse sono state oggetto di interventi di consolidamento negli anni passati attraverso la realizzazione di sottofondazioni su pali e micropali che, ad oggi, garantiscono buona stabilità a tutto il complesso edilizio. Si ritiene, pertanto, che le strutture di fondazione siano in grado di sopportare correttamente la distribuzione dei carichi derivanti dall'intervento di restauro.

## **RELAZIONE DI CALCOLO**

I lavori di restauro della Chiesa di S. Maria delle Grazie prevedono l'esecuzione delle seguenti opere interessanti alcuni elementi strutturali classificabili ai sensi del par. 8.4.3 del DM. 14/01/2008 in “ Interventi locali di riparazione”:

- Rifacimento del solaio di copertura costituito da arcarecci, travicelli in legno e pianellato in laterizio. Restauro delle capriate in legno attraverso la sostituzione degli elementi deteriorati o sottodimensionati (prevalentemente puntoni, monaco e saette).

I lavori saranno realizzati utilizzando legno massello di rovere o castagno con classe di resistenza minima D24 (corrispondenza con le classi della norma UNI 388) opportunamente trattato con sostanze fungicide e antitarlo.

Gli elementi strutturali sono stati calcolati con gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni, sottoposti ai carichi previsti dalla vigente normativa e verificati secondo il metodo agli stati limite in ottemperanza al DM. 14/01/2008;

- **Calcolo solaio di copertura (Legno rovere/castagno - classe min. D24)**  
**Classe di servizio : 2**

#### **Analisi dei carichi:**

- G1k: carico permanente struttura
  - travicelli:  $(0.08 \times 0.05 \times 1.00 \times 640)/0.3 = 8.53 \text{ daN/m}^2$
- $g1k = 10 \text{ daN/m}^2$
- G2k: peso permanente portato
  - Manto di copertura in coppi:  $80 \text{ daN/m}^2$
  - Strato isolante e impermeabilizzante:  $20 \text{ daN/m}^2$
  - Pianellato:  $60 \text{ daN/m}^2$
  - Malta fissaggio  $1 \times 1 \times 0.02 \times 2000 = 40 \text{ daN/m}^2$
- $G2k = 200 \text{ daN/m}^2$
- $q_s$ : sovraccarico variabile prevalente (neve)  
( $H = 273 \text{ s.l.m.}$ ) Zona 2

Valore caratteristico del carico neve al suolo  $q_{sk} = 112,38 \text{ daN/m}^2$   
 $C_e = 1 \quad C_t = 1$

#### Copertura a due falde:

Angolo di inclinazione della 1° falda  $\alpha_1 = 26,15^\circ$   
 $\mu_1(\alpha_1) = 0,80$

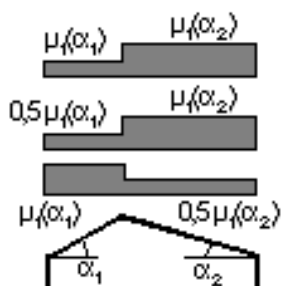
- $q_s(\alpha_1) = 0.8 \times (0.85 \times (1 + (273/602)^2) \times 1 \times 1 = 90 \text{ daN/m}^2$

$\mu_1(\alpha_2) = 0,80$

Angolo di inclinazione della 2° falda  $\alpha_2 = 26,15^\circ$   
 $\mu_1(\alpha_2) = 0,80$

- $q_s(\alpha_1) = 0.8 \times (0.85 \times (1 + (273/602)^2) \times 1 \times 1 = 90 \text{ daN/m}^2$

Schema di carico:



- *Coefficienti di combinazione azioni variabili (neve)*

$(\psi_{01}=0,50; \psi_{11}=0,20; \psi_{21}=0,00)$

- *Carico ripartito di esercizio  $qK = 50 \text{ daN/m}^2$*

- *Coefficienti di combinazione azioni variabili copertura*

$(\psi_{01}=0,00; \psi_{11}=0,00; \psi_{21}=0,00)$

- *Carico concentrato  $Q_k = 120 \text{ daN}$  ( da non combinare con neve)*

- *Forza del vento: il carico derivante dalla forza del vento viene trascurato in quanto in depressione e di intensità inferiore al carico permanente della struttura.*

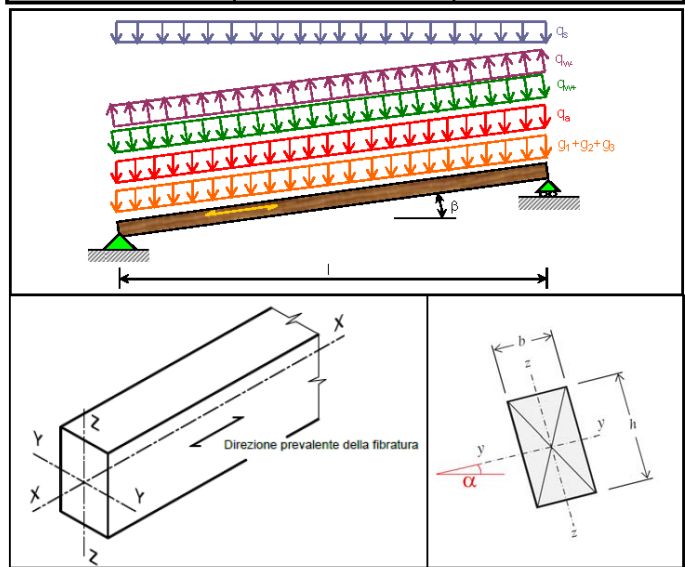
*Si allegano le tabelle con le verifiche dei travicelli (8 x 5) posti ad interasse di cm. 40 e degli arcarecci posti ad interasse di cm. 86.*

# Verifica travicelli 8 x 5 in legno - Trave appoggiata

Geometria		Caratteristiche del materiale		Intagli agli appoggi	
b =	80 [mm]	tipologia	massiccio	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO
h =	50 [mm]	classe	Castagno		
l =	0,77 [m]	$\rho_{mean}$ =	580 [kg/m <sup>3</sup> ]	$k_{ty}$ =	1,00
$l_{tr}$ =	0,77 [m]	$\rho_k$ =	485 [kg/m <sup>3</sup> ]	$k_{mod}$ =	0,8
classe di servizio:	2	$f_{m,k}$ =	28,00 [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{h,y}$ =	1,25
$\alpha$ =	0 [°]	$f_{v,k}$ =	4,00 [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{h,z}$ =	1,13
$\beta$ =	26,15 [°]	$E_{0,mean}$ =	12500 [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{def}$ =	0,8
		$E_{0,05}$ =	10500 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,y,d}$ =	18,60 [N/mm <sup>2</sup> ]
		$G_{mean}$ =	780 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,z,d}$ =	16,93 [N/mm <sup>2</sup> ]
		$G_{05}$ =	655 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d}$ =	2,13 [N/mm <sup>2</sup> ]

## Caratteristiche della sezione

A =	4000 [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ =	8,33E+05 [mm <sup>4</sup> ]	$W_y$ =	3,33E+04 [mm <sup>3</sup> ]
$I_{tr}$ =	4,35E+06 [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ =	2,13E+06 [mm <sup>4</sup> ]	$W_z$ =	5,33E+04 [mm <sup>3</sup> ]





### Carichi

carichi permanenti		
$g_{1,k} =$	0,02 [kN/m]	(peso proprio dell'elemento strutturale in legno, $\rho_m = 582 \text{ kg/m}^3$ )
$g_{2,k} =$		(strutturali e non strutturali compiutamente definiti)
$g_{3,k} =$	0,8 [kN/m]	(non strutturali non compiutamente definiti)
$k_{mod} =$	0,6	
carichi accidentali		
variabili:	$q_{a,k} =$	0 [kN/m]
neve:	$q_{s,k} =$	0,36 [kN/m]
vento+:	$q_{w+,k} =$	0 [kN/m]
vento-:	$q_{w-,k} =$	0 [kN/m]
		$\psi_0$ $\psi_2$ durata $k_{mod}$
		0 0 lunga 0,70
		0,5 0 media 0,80
		0,6 0 istantanea 1,00
		0,6 0 istantanea 1,00

### Combinazioni di carico allo SLU

comb. n.	combinazione di progetto	$q_d$ [kN/m]	$k_{mod}$	$ q_d /k_{mod}$	controllo
1	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k}$	1,37	0,6	2,28	
2	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot q_{a,k}$	1,37	0,70	1,96	
3	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{a,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k}]$	1,64	0,80	2,05	
4	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{a,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	1,64	1,00	1,64	
5	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{a,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	1,37	1,00	1,37	
6	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot q_{s,k}$	1,91	0,80	2,39	⊕
7	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{s,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k}]$	1,91	0,80	2,39	⊕
8	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{s,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	1,91	1,00	1,91	
9	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{s,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	1,91	1,00	1,91	
10	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot q_{w+,k}$	1,37	1,00	1,37	
11	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{w+,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k}]$	1,64	1,00	1,64	
12	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{w+,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k}]$	1,64	1,00	1,64	
13	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{w+,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k}]$	1,37	1,00	1,37	
14	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_Q \cdot q_{w-,k}$	0,03	1,00	0,03	

(⊕) = combinazione determinante allo SLU  $(|q_d|/k_{mod})_{max} = 2,39$  [kN/m]

### Azioni allo SLU dovute alla combinazione determinante

carico distribuito	momento flettente		taglio
$q_{y,d} =$	1,91 [kN/m]	$M_{E,y,d} = 0,14$ [kN·m]	$V_{E,y,d} = 0,66$ [kN]
$q_{z,d} =$	0,00 [kN/m]	$M_{E,z,d} = 0,00$ [kN·m]	$V_{E,z,d} = 0,00$ [kN]

### Verifica a flessione e di stabilità flessio-torsionale (§ 4.4.8.1.6 - § 4.4.8.2.1 NTC'08)

$M_{y,crit} = 36,24$ [kN·m]	$\lambda_{rel,m} = 0,16$	$\sigma_{m,y,d} = 4,25$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{m,crit} = 1087,13$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{crit,m} = 1,00$	$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$[\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} \cdot f_{m,y,d})] + k_m \cdot [\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}] = 0,23 \leq 1$ VERIFICA SODDISFATTA		
$k_m \cdot [\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} \cdot f_{m,y,d})] + [\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}] = 0,16 \leq 1$ VERIFICA SODDISFATTA		

### Verifica a taglio (§ 4.4.8.1.9 NTC'08)

$\tau_{y,d} = 0,37$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{z,d} = 0,00$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_d = 0,37$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$[\tau_d/(k_v \cdot f_{vd})] = 0,17 \leq 1$ VERIFICA SODDISFATTA		

**Calcolo delle deformazioni istantanee e finali (§ 6.4.1 CNR-DT 206/2007)**

$\alpha_y =$	6,49 [%]	contributo tagliante per deformazione nel piano xz
$\alpha_z =$	16,61 [%]	contributo tagliante per deformazione nel piano xy
$f_{rif,y} =$	0,47 [mm]	freccia di riferimento nel piano xz per carico unitario verticale (= 1 kN/m)
$f_{rif,z} =$	0,00 [mm]	freccia di riferimento nel piano xy per carico unitario verticale (= 1 kN/m)
$f_{rif} =$	0,47 [mm]	freccia di riferimento totale per carico unitario verticale (= 1 kN/m)

Individuazione del carico accidentale prevalente per il calcolo della freccia iniziale in combinazione rara	carichi [kN/m]		freccie iniziali [mm]		
	q	$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot q_{2i})$	$u_{21,in}$	$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot u_{2i,in})$	$u_{2,in}$
accidentale prevalente: $q_2 = q_{a,k}$	0,00	0,18	0,00	0,08	0,08
accidentale prevalente: $q_2 = q_{s,k}$ (©)	0,36	0,00	0,17	0,00	0,17
accidentale prevalente: $q_2 = q_{w+,k}$	0,00	0,18	0,00	0,08	0,08
accidentale prevalente: $q_2 = q_{w-,k}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(©) = carico accidentale prevalente	$q_{21} =$	0,36 [kN/m]
(©) = rimanenti carichi accidentali	$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot q_{2i}) =$	0,00 [kN/m]

$u_{21,in} =$	0,17 [mm]	freccia istantanea per il carico accidentale prevalente in comb. rara
$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot u_{2i,in}) =$	0,00 [mm]	freccia istantanea per rimanenti carichi accidentali in comb. rara
$u_{2,in} =$	0,17 [mm]	freccia istantanea per il carico accidentale totale in comb. rara

Individuazione del carico accidentale prevalente per il calcolo della freccia finale in combinazione quasi permanente	carichi [kN/m]		freccie iniziali [mm]		freccie finali [mm]		
	q	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot q_{2i})$	$u_{21,in}$	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,in})$	$u_{21,fin}$	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,fin})$	$u_{fin}$
permanenti: $q_1 = g_{1,k} + g_{2,k} + g_{3,k}$ (®)	0,91	-	-	-	-	-	-
accidentale prevalente: $q_2 = q_{a,k}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77
accidentale prevalente: $q_2 = q_{s,k}$ (©)	0,36	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,94
accidentale prevalente: $q_2 = q_{w+,k}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77

(®) = carichi permanenti	$q_1 =$	0,91 [kN/m]
(©) = carico accidentale prevalente	$q_{21} =$	0,36 [kN/m]
(©) = rimanenti carichi accidentali	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot q_{2i}) =$	0,00 [kN/m]

$u_{1,in} =$	0,43 [mm]	freccia istantanea per carichi permanenti
$u_{1,fin} = u_{1,in} \cdot (1 + k_{def}) =$	0,77 [mm]	freccia finale per carichi permanenti
$u_{21,in} =$	0,17 [mm]	freccia istantanea per carico accidentale prevalente
$u_{21,fin} = u_{21,in} \cdot (1 + \psi_{21} \cdot k_{def}) =$	0,17 [mm]	freccia finale per carico accidentale prevalente
$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,in}) =$	0,00 [mm]	freccia istantanea per rimanenti carichi accidentali
$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,fin}) = \Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,in}) \cdot (1 + k_{def}) =$	0,00 [mm]	freccia finale per rimanenti carichi accidentali
$u_{fin} = u_{1,fin} + u_{21,fin} + \Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,fin}) =$	0,94 [mm]	freccia finale totale

**Verifiche di deformabilità allo SLE (§ 4.4.7 NTC'08 - § 6.4.3 CNR-DT 206/2007)**

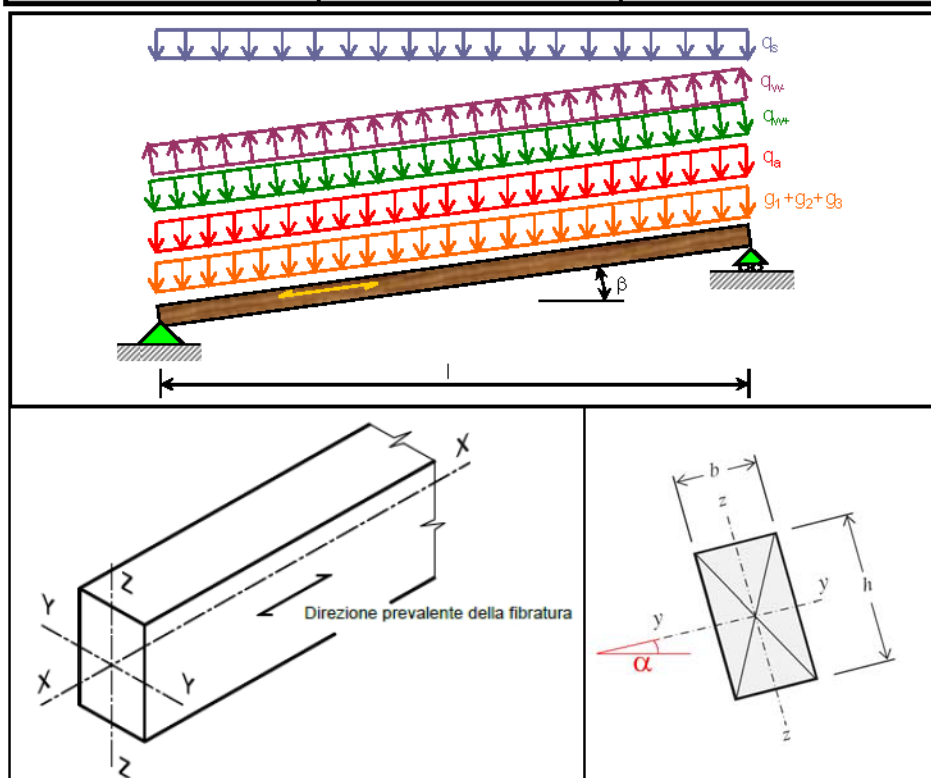
$ u_{2,in}  =$	0,17	$\leq$	$l/300 =$	2,57 [mm]	VERIFICA SODDISFATTA
$u_{fin} =$	0,94	$\leq$	$l/250 =$	3,08 [mm]	VERIFICA SODDISFATTA

## Verifica arcarecci 14 x 16 - Trave appoggiata

Geometria		Caratteristiche del materiale		Intagli agli appoggi	
b =	140 [mm]	tipologia:	massiccio	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO
h =	160 [mm]	classe:	Castagno		
l =	3,05 [m]	$\rho_{mean} =$	580 [kg/m <sup>3</sup> ]	$k_v =$	1,00
$l_{tor} =$	3,05 [m]	$\rho_k =$	485 [kg/m <sup>3</sup> ]	$k_{mod} =$	0,8
classe di servizio:	2	$f_{m,k} =$	28,00 [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{h,y} =$	1,00
$\alpha =$	26,15 [°]	$f_{v,k} =$	4,00 [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{h,z} =$	1,01
$\beta =$	0 [°]	$E_{0,mean} =$	12500 [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{def} =$	0,8
		$E_{0,05} =$	10500 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,y,d} =$	14,93 [N/mm <sup>2</sup> ]
		$G_{mean} =$	780 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,z,d} =$	15,14 [N/mm <sup>2</sup> ]
		$G_{05} =$	655 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d} =$	2,13 [N/mm <sup>2</sup> ]

### Caratteristiche della sezione

A =	22400 [mm <sup>2</sup> ]	$I_y =$	4,78E+07 [mm <sup>4</sup> ]	$W_y =$	5,97E+05 [mm <sup>3</sup> ]
$I_{tor} =$	9,60E+07 [mm <sup>4</sup> ]	$I_z =$	3,66E+07 [mm <sup>4</sup> ]	$W_z =$	5,23E+05 [mm <sup>3</sup> ]



### Carichi

carichi permanenti		
$g_{1,k} =$	0,13 [kN/m]	(peso proprio dell'elemento strutturale in legno, $\rho_m = 582 \text{ kg/m}^3$ )
$g_{2,k} =$	[kN/m]	(strutturali e non strutturali compiutamente definiti)
$g_{3,k} =$	1,81 [kN/m]	(non strutturali non compiutamente definiti)
$k_{mod} =$	0,6	

carichi accidentali		$\psi_0$	$\psi_2$	durata	$k_{mod}$
variabili:	$q_{a,k} =$	0 [kN/m]	0	lunga	0,70
neve:	$q_{s,k} =$	0,77 [kN/m]	0,5	media	0,80
vento+:	$q_{w+,k} =$	0 [kN/m]	0,6	istantanea	1,00
vento-:	$q_{w-,k} =$	0 [kN/m]	0,6	istantanea	1,00

### Combinazioni di carico allo SLU

comb. n.	combinazione di progetto	$q_d$ [kN/m]	$k_{mod}$	$ q_d /k_{mod}$	controllo
1	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k}$	2,88	0,6	4,80	
2	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot q_{a,k}$	2,88	0,70	4,12	
3	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{a,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k}]$	3,46	0,80	4,32	
4	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{a,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	3,46	1,00	3,46	
5	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{a,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	2,88	1,00	2,88	
6	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot q_{s,k}$	4,04	0,80	5,05	⊕
7	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{s,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k}]$	4,04	0,80	5,05	⊕
8	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{s,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	4,04	1,00	4,04	
9	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{s,k} + \psi_{0,w} \cdot q_{w+,k}]$	4,04	1,00	4,04	
10	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot q_{w+,k}$	2,88	1,00	2,88	
11	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{w+,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k}]$	3,46	1,00	3,46	
12	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{w+,k} + \psi_{0,s} \cdot q_{s,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k}]$	3,46	1,00	3,46	
13	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_{G2} \cdot g_{3,k} + \gamma_Q \cdot [q_{w+,k} + \psi_{0,a} \cdot q_{a,k}]$	2,88	1,00	2,88	
14	$\gamma_{G1} \cdot (g_{1,k} + g_{2,k}) + \gamma_Q \cdot q_{w-,k}$	0,13	1,00	0,13	

(⊕) = combinazione determinante allo SLU  $(|q_d|/k_{mod})_{max} = 5,05$  [kN/m]

### Azioni allo SLU dovute alla combinazione determinante

carico distribuito	momento flettente		taglio
$q_{y,d} =$	3,62 [kN/m]	$M_{E,y,d} = 4,21$ [kN·m]	$V_{E,y,d} = 5,53$ [kN]
$q_{z,d} =$	1,78 [kN/m]	$M_{E,z,d} = 2,07$ [kN·m]	$V_{E,z,d} = 2,71$ [kN]

### Verifica a flessione e di stabilità flessio-torsionale (§ 4.4.8.1.6 - § 4.4.8.2.1 NTC'08)

$M_{y,crit} = 177,87$ [kN·m]	$\lambda_{rel,m} = 0,31$	$\sigma_{m,y,d} = 7,05$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{m,crit} = 297,78$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{crit,m} = 1,00$	$\sigma_{m,z,d} = 3,96$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$[\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} \cdot f_{m,y,d})] + k_m \cdot [\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}] = 0,66 \leq 1$ VERIFICA SODDISFATTA		
$k_m \cdot [\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} \cdot f_{m,y,d})] + [\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}] = 0,59 \leq 1$ VERIFICA SODDISFATTA		

### Verifica a taglio (§ 4.4.8.1.9 NTC'08)

$\tau_{y,d} = 0,55$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{z,d} = 0,27$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_d = 0,62$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$[\tau_d/(k_v \cdot f_{vd})] = 0,29 \leq 1$ VERIFICA SODDISFATTA		

**Calcolo delle deformazioni istantanee e finali (§ 6.4.1 CNR-DT 206/2007)**

$\alpha_y =$	4,23 [%]	contributo tagliante per deformazione nel piano xz
$\alpha_z =$	3,24 [%]	contributo tagliante per deformazione nel piano xy
$f_{rif,y} =$	1,76 [mm]	freccia di riferimento nel piano xz per carico unitario verticale (= 1 kN/m)
$f_{rif,z} =$	1,12 [mm]	freccia di riferimento nel piano xy per carico unitario verticale (= 1 kN/m)
$f_{rif} =$	2,09 [mm]	freccia di riferimento totale per carico unitario verticale (= 1 kN/m)

Individuazione del carico accidentale prevalente per il calcolo della freccia iniziale in combinazione rara	carichi [kN/m]		freccie iniziali [mm]		
	q	$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot q_{2i})$	$u_{21,in}$	$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot u_{2i,in})$	$u_{2,in}$
accidentale prevalente: $q_2 = q_{a,k}$	0,00	0,39	0,00	0,80	0,80
accidentale prevalente: $q_2 = q_{s,k}$ (©)	0,77	0,00	1,61	0,00	1,61
accidentale prevalente: $q_2 = q_{w+,k}$	0,00	0,39	0,00	0,80	0,80
accidentale prevalente: $q_2 = q_{w-,k}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(©) = carico accidentale prevalente	$q_{21} =$	0,77 [kN/m]
(©) = rimanenti carichi accidentali	$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot q_{2i}) =$	0,00 [kN/m]

$u_{21,in} =$	1,61 [mm]	freccia istantanea per il carico accidentale prevalente in comb. rara
$\Sigma_i(\psi_{0i} \cdot u_{2i,in}) =$	0,00 [mm]	freccia istantanea per rimanenti carichi accidentali in comb. rara
$u_{2,in} =$	1,61 [mm]	freccia istantanea per il carico accidentale totale in comb. rara

Individuazione del carico accidentale prevalente per il calcolo della freccia finale in combinazione quasi permanente	carichi [kN/m]		freccie iniziali [mm]		freccie finali [mm]		
	q	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot q_{2i})$	$u_{21,in}$	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,in})$	$u_{21,fin}$	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,fin})$	$u_{fin}$
permanenti: $q_1 = g_{1,k} + g_{2,k} + g_{3,k}$ (®)	1,94	-	-	-	-	-	-
accidentale prevalente: $q_2 = q_{a,k}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,29
accidentale prevalente: $q_2 = q_{s,k}$ (©)	0,77	0,00	1,61	0,00	1,61	0,00	8,90
accidentale prevalente: $q_2 = q_{w+,k}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,29

(®) = carichi permanenti	$q_1 =$	1,94 [kN/m]
(©) = carico accidentale prevalente	$q_{21} =$	0,77 [kN/m]
(©) = rimanenti carichi accidentali	$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot q_{2i}) =$	0,00 [kN/m]

$u_{1,in} =$	4,05 [mm]	freccia istantanea per carichi permanenti
$u_{1,fin} = u_{1,in} \cdot (1 + k_{def}) =$	7,29 [mm]	freccia finale per carichi permanenti
$u_{21,in} =$	1,61 [mm]	freccia istantanea per carico accidentale prevalente
$u_{21,fin} = u_{21,in} \cdot (1 + \psi_{21} \cdot k_{def}) =$	1,61 [mm]	freccia finale per carico accidentale prevalente
$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,in}) =$	0,00 [mm]	freccia istantanea per rimanenti carichi accidentali
$\Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,fin}) = \Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,in}) \cdot (1 + k_{def}) =$	0,00 [mm]	freccia finale per rimanenti carichi accidentali
$u_{fin} = u_{1,fin} + u_{21,fin} + \Sigma_i(\psi_{2i} \cdot u_{2i,fin}) =$	8,90 [mm]	freccia finale totale

**Verifiche di deformabilità allo SLE (§ 4.4.7 NTC'08 - § 6.4.3 CNR-DT 206/2007)**

$ u_{2,in}  =$	1,61	$\leq$	$l/300 =$	10,17 [mm]	VERIFICA SODDISFATTA
$u_{fin} =$	8,90	$\leq$	$l/250 =$	12,20 [mm]	VERIFICA SODDISFATTA

## - Verifica capriata in legno

Elementi: Catena 20 x 28

Puntoni 20 x 28

Saette 20x20 – Monaco 20 x 20

Carico trasmesso dagli arcarecci:  $2 \times 616 = 1.232 \text{ daN}$  interasse = 0.86 m.

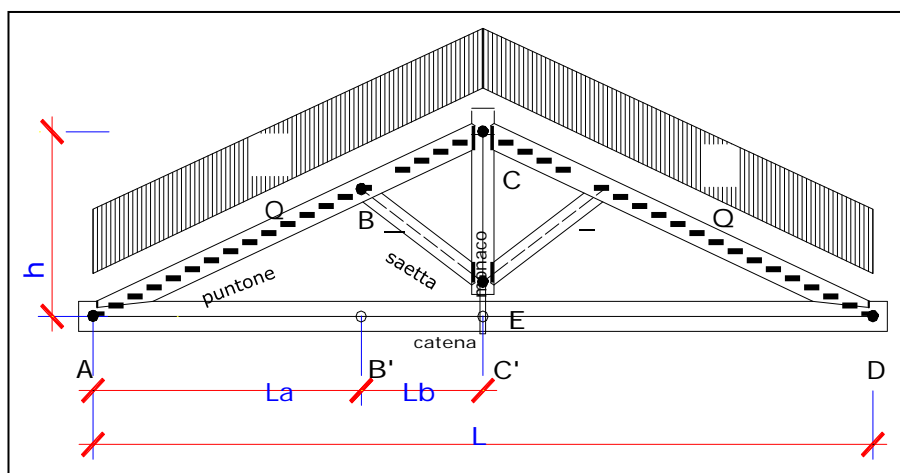
Carico ripartito sui puntoni della capriata:

Combinazione di carico fondamentale S.L.U.

$$Q(ml) = 1.5 \times G2 + 1,5 Qk = 1.232/0.86 = 1.433 \text{ dan /m}$$

$$Q(mq) = 1.433/3.05 = 469,84 \text{ daN/mq}$$

### Calcolo sollecitazioni capriata in legno



Angolo alfa puntone-catena

26,15

DATI GEOMETRICI E DI CARICO:

Lunghezza catena A-D

$L = 9,38 \text{ m}$

Lunghezza A-B'

$La = 2,94 \text{ m}$

Lunghezza B'-C'

$Lb = 1,75 \text{ m}$

Altezza C'-C

$h = 2,30 \text{ m}$

Distanza tra i punti E e C'

$e = 0,43 \text{ m}$

Carico distribuito comb. fondamentale S.L.U.

$Q = 469,84 \text{ daN/mq}$

Interasse di carico portato

$i = 3,05 \text{ m}$

Staffa di appoggio centrale catena (0=no 1=si)

1

Sezione Puntone:

base puntone

$bp = 20,00 \text{ cm}$

altezza puntone

$hp = 28,00 \text{ cm}$

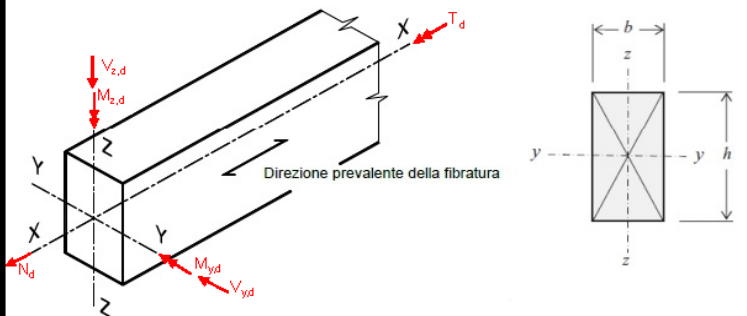
<b>Sezioni Catena:</b>	
base	$bc = 20,00 \text{ cm}$
altezza	$hc = 28,00 \text{ cm}$
<b>Sezioni saetta e monaco:</b>	
base	$bs = 20,00 \text{ cm}$
altezza	$hs = 20,00 \text{ cm}$
Lunghezza tratto puntone A-B	$L1 = 3,27 \text{ m}$
Lunghezza tratto puntone B-C	$L2 = 1,95 \text{ m}$
Lunghezza saette (asta B - E)	$Ls = 2,04 \text{ m}$
Lunghezza monaco (asta C - E)	$Lm = 1,87 \text{ m}$
Angolo tra puntone e catena	$\alpha = 0,46 \text{ rad.}$
Angolo tra saetta e monaco	$\beta = 1,03 \text{ rad.}$
Peso proprio capriata	863,16
Carico distribuito sul puntone	$Q = 1433,01 \text{ daN/m}$
Reazione vert. appoggio in A e in D	$Rv = 8047,40 \text{ daN}$
<b>Sollecitazioni Puntone:</b>	
Peso proprio puntone x 1,3	46,59
Momento massimo tratto A-B	$M_{max} = 1169,00 \text{ daNm}$
Momento negativo in B	$M_b = -1351,70 \text{ daNm}$
Momento massimo tratto B-C	$M_{max} = 136,07 \text{ daNm}$
Taglio nel punto A	$V_a = 1762,27 \text{ daN}$
Sforzo normale puntone in A	$N_p = 13812,02 \text{ daN}$
<b>Sollecitazioni Catena:</b>	
Sforzo normale di trazione:	$N_c = 12399,67 \text{ daN}$
Momento massimo per peso proprio:	$M_c = 128,11 \text{ daNm}$
<b>Sollecitazione saette:</b>	
Sforzo normale di compressione:	$N_s = 5441,37 \text{ daN}$
<b>Sollecitazione monaco:</b>	
Sforzo normale di trazione:	$N_m = 5957,84 \text{ daN}$

## - Verifica puntone A - C

### Verifica elementi in legno - Sezione SLU

Geometria			Caratteristiche del materiale		
b =	200 [mm]		tipologia:	massiccio	
h =	280 [mm]		classe:	D24	
$l_{0y} =$	3,27 [m] <a href="#">info</a>		$\rho_{mean} =$	580 [kg/m³]	$E_{0,mean} =$ 10000 [N/mm²]
$b_{y,y} =$	3,27 [m] <a href="#">info</a>		$\rho_k =$	485 [kg/m³]	$E_{0,05} =$ 8500 [N/mm²]
$l_{0z} =$	3,27 [m] <a href="#">info</a>		$f_{m,k} =$	24,00 [N/mm²]	$G_{mean} =$ 620 [N/mm²]
$a_z =$	140 [mm] <a href="#">info</a>		$f_{t,0,k} =$	14,00 [N/mm²]	$G_{05} =$ 527 [N/mm²]
classe di servizio:	2		$f_{c,0,k} =$	21,00 [N/mm²]	$k_{h,y} =$ 1,00
schema statico:	9		$f_{v,k} =$	4,00 [N/mm²]	$k_{h,z} =$ 1,00
			$k_{sh} =$ 1,21		

Caratteristiche della sezione	Stabilità di colonna	Stabilità di trave
A = 56000 [mm²]	$\sigma_{c,0,cr} =$ 2,50 [N/mm²]	$l_{ef} =$ 3,40 [m]
$W_{y,y} =$ 2,61E+06 [mm³]	$\lambda_{y,y} =$ 40,46	$M_{y,0,cr} =$ 611,50076 [kN·m]
$W_{z,z} =$ 1,87E+06 [mm³]	$\lambda_{z,z} =$ 56,64	$\sigma_{m,0,cr} =$ 233,99264 [N/mm²]
$I_{y,y} =$ 3,66E+08 [mm⁴]	$\lambda_{rel,0,y} =$ 0,8961	$\lambda_{rel,m,y} =$ 0,3203
$I_{z,z} =$ 1,87E+08 [mm⁴]	$k_{c,0,y} =$ 0,7642	$k_{c,0,m,y} =$ 1,0000
$I_{0y} =$ 5,23E+08 [mm⁴]	sbandamento nel piano debole	nessuna instabilità di trave



DETTAGLI VERIFICA COMBINAZIONE DI CARICO				
comb. n.:	1			
$k_{mod} =$	0,7			
Sollecitazioni	Stato tensionale		Resistenze	
$N_d =$	-138,12 [kN]	$\sigma_{m,y,d} =$	5,17 [N/mm²]	$\gamma_M =$ 1,5
$M_{y,d} =$	13,52 [kN·m]	$\sigma_{m,z,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{m,y,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$M_{z,d} =$	0 [kN·m]	$\sigma_{t,0,d} =$	[N/mm²]	$f_{m,z,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$V_{z,d} =$	17,62 [kN]	$\sigma_{c,0,d} =$	2,47 [N/mm²]	$f_{t,0,d} =$ 6,53 [N/mm²]
$V_{y,d} =$	0 [kN]	$\tau_d =$	0,70 [N/mm²]	$f_{c,0,d} =$ 9,80 [N/mm²]
$T_d =$	0 [kN·m]	$\tau_{tor,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{v,d} =$ 1,87 [N/mm²]



n. comb. di carico:	1
---------------------	---

### Riepilogo verifiche combinazioni di carico

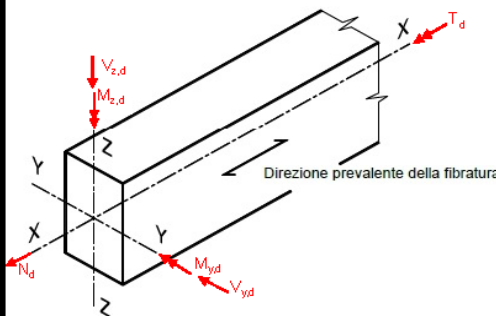
Comune di Montepandone Prot. n. 1554 del 22-01-2016 partenza

- Verifica catena A - D

**Verifica elementi in legno - Sezione SLU**

Geometria		Caratteristiche del materiale				
b =	200 [mm]	tipologia:	massiccio			
h =	280 [mm]	classe:	D24			
$l_{tor} =$	9,25 [m] <a href="#">info</a>	$\rho_{mean} =$	580 [kg/m³]	$E_{0,mean} =$	10000 [N/mm²]	
$b_{y,y} =$	9,25 [m] <a href="#">info</a>	$\rho_k =$	485 [kg/m³]	$E_{0,05} =$	8500 [N/mm²]	
$l_{0,z} =$	9,25 [m] <a href="#">info</a>	$f_{m,k} =$	24,00 [N/mm²]	$G_{mean} =$	620 [N/mm²]	
$a_z =$	140 [mm] <a href="#">info</a>	$f_{t,0,k} =$	14,00 [N/mm²]	$G_{05} =$	527 [N/mm²]	
classe di servizio:	2	$f_{c,0,k} =$	21,00 [N/mm²]	$k_{h,y} =$	1,00	
schema statico:	9	$f_{v,k} =$	4,00 [N/mm²]	$k_{h,z} =$	1,00	
		$K_{sh} =$				1,21

Caratteristiche della sezione	Stabilità di colonna	Stabilità di trave
A = 56000 [mm²]	$\sigma_{c,crit} = 2,50$ [N/mm²]	$l_{ef} = 8,64$ [m]
$W_{y,y} = 2,61E+06$ [mm³]	$\lambda_{y,y} = 114,44$	$M_{y,05} = 240,44405$ [kN·m]
$W_{z,z} = 1,87E+06$ [mm³]	$\lambda_{z,z} = 160,21$	$\sigma_{m,05} = 92,006651$ [N/mm²]
$I_{y,y} = 3,66E+08$ [mm⁴]	$\lambda_{rel,0} = 2,5349$	$\lambda_{rel,m} = 0,5107$
$I_{z,z} = 1,87E+08$ [mm⁴]	$k_{crit,0} = 0,1439$	$k_{crit,m} = 1,0000$
$I_{tor} = 5,23E+08$ [mm⁴]	sbandamento nel piano debole	nessuna instabilità di trave



DETTAGLI VERIFICA COMBINAZIONE DI CARICO				
comb. n.:	1			
$k_{mod} =$	0,7			
Sollecitazioni	Stato tensionale		Resistenze	
$N_d =$	124 [kN]	$\sigma_{m,y,d} =$	0,49 [N/mm²]	$\gamma_M =$ 1,5
$M_{y,d} =$	1,28 [kN·m]	$\sigma_{m,z,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{m,y,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$M_{z,d} =$	0 [kN·m]	$\sigma_{t,0,d} =$	2,21 [N/mm²]	$f_{m,z,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$V_{z,d} =$	17,62 [kN]	$\sigma_{c,0,d} =$	[N/mm²]	$f_{t,0,d} =$ 6,53 [N/mm²]
$V_{y,d} =$	0 [kN]	$\tau_d =$	0,70 [N/mm²]	$f_{c,0,d} =$ 9,80 [N/mm²]
$T_d =$	0 [kN·m]	$\tau_{tor,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{v,d} =$ 1,87 [N/mm²]

n. comb. di carico:	1
---------------------	---

### Riepilogo verifiche combinazioni di carico

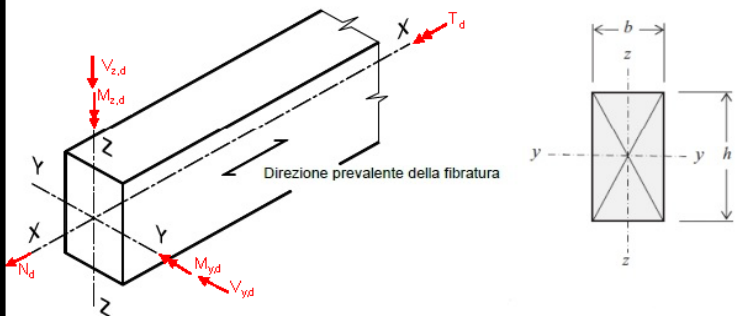
Comune di Montepandone Prot. n. 1554 del 22-01-2016 partenza

## - Verifica saette B – E

### Verifica elementi in legno - Sezione SLU

Geometria		Caratteristiche del materiale		
b =	200 [mm]	tipologia:	massiccio	
h =	200 [mm]	classe:	D24	
$l_{tor} =$	2,04 [m] <a href="#">info</a>	$\rho_{mean} =$	580 [kg/m³]	$E_{0,mean} =$ 10000 [N/mm²]
$b_{y,y} =$	2,04 [m] <a href="#">info</a>	$\rho_k =$	485 [kg/m³]	$E_{0,05} =$ 8500 [N/mm²]
$l_{0,z} =$	2,04 [m] <a href="#">info</a>	$f_{m,k} =$	24,00 [N/mm²]	$G_{mean} =$ 620 [N/mm²]
$a_z =$	100 [mm] <a href="#">info</a>	$f_{t,0,k} =$	14,00 [N/mm²]	$G_{05} =$ 527 [N/mm²]
classe di servizio:	2	$f_{c,0,k} =$	21,00 [N/mm²]	$k_{h,y} =$ 1,00
schema statico:	9	$f_{v,k} =$	4,00 [N/mm²]	$k_{h,z} =$ 1,00
		$k_{sh} =$ 1,15		

Caratteristiche della sezione	Stabilità di colonna	Stabilità di trave
A = 40000 [mm²]	$\sigma_{o,cr} =$ 2,50 [N/mm²]	$l_{ef} =$ 2,20 [m]
$W_{y,y} =$ 1,33E+06 [mm³]	$\lambda_{y,y} =$ 35,33	$M_{y,0,cr} =$ 637,24892 [kN·m]
$W_z =$ 1,33E+06 [mm³]	$\lambda_z =$ 35,33	$\sigma_{m,0,cr} =$ 477,83669 [N/mm²]
$I_{y,y} =$ 1,33E+08 [mm⁴]	$\lambda_{rel,0} =$ 0,5590	$\lambda_{rel,m} =$ 0,2241
$I_z =$ 1,33E+08 [mm⁴]	$k_{c,0,0} =$ 0,9319	$k_{c,0,m} =$ 1,0000
$I_{tor} =$ 3,33E+08 [mm⁴]	sbandamento nel piano debole	nessuna instabilità di trave



DETTAGLI VERIFICA COMBINAZIONE DI CARICO				
comb. n.:	1			
$k_{mod} =$	0,7			
Sollecitazioni	Stato tensionale		Resistenze	
$N_d =$	-54,41 [kN]	$\sigma_{m,y,d} =$	0,00 [N/mm²]	$\gamma_M =$ 1,5
$M_{y,d} =$	0 [kN·m]	$\sigma_{m,z,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{m,y,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$M_{z,d} =$	0 [kN·m]	$\sigma_{t,0,d} =$	[N/mm²]	$f_{m,z,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$V_{z,d} =$	0 [kN]	$\sigma_{c,0,d} =$	1,36 [N/mm²]	$f_{t,0,d} =$ 6,53 [N/mm²]
$V_{y,d} =$	0 [kN]	$\tau_d =$	0,00 [N/mm²]	$f_{c,0,d} =$ 9,80 [N/mm²]
$T_d =$	0 [kN·m]	$\tau_{tor,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{v,d} =$ 1,87 [N/mm²]

n. comb. di carico:	1
---------------------	---

[illegible]

### **Riepilogo verifiche combinazioni di carico**

[illegible]

## - Verifica monaco E – C

### Verifica elementi in legno - Sezione SLU

Geometria			Caratteristiche del materiale		
b =	200 [mm]	tipologia:	massiccio		
h =	200 [mm]	classe:	D24		
$b_{tor} =$	1,87 [m] <a href="#">info</a>	$\rho_{mean} =$	580 [kg/m³]	$E_{0,mean} =$	10000 [N/mm²]
$b_y =$	1,87 [m] <a href="#">info</a>	$\rho_k =$	485 [kg/m³]	$E_{0,05} =$	8500 [N/mm²]
$b_z =$	1,87 [m] <a href="#">info</a>	$f_{m,k} =$	24,00 [N/mm²]	$G_{mean} =$	620 [N/mm²]
$a_z =$	100 [mm] <a href="#">info</a>	$f_{t,0,k} =$	14,00 [N/mm²]	$G_{05} =$	527 [N/mm²]
classe di servizio:	2	$f_{c,0,k} =$	21,00 [N/mm²]	$k_{h,y} =$	1,00
schema statico:	9	$f_{v,k} =$	4,00 [N/mm²]	$k_{h,z} =$	1,00
			$k_{sh} = 1,15$		
Caratteristiche della sezione			Stabilità di colonna		Stabilità di trave
A =	40000 [mm²]	$\sigma_{c,rit} =$	2,50 [N/mm²]	$l_{ef} =$	2,06 [m]
$W_y =$	1,33E+06 [mm³]	$\lambda_y =$	32,39	$M_{y,rit} =$	681,37412 [kN·m]
$W_z =$	1,33E+06 [mm³]	$\lambda_z =$	32,39	$\sigma_{m,rit} =$	511,03059 [N/mm²]
$I_y =$	1,33E+08 [mm⁴]	$\lambda_{rel,o} =$	0,5125	$\lambda_{rel,m} =$	0,2167
$I_z =$	1,33E+08 [mm⁴]	$k_{crit,o} =$	0,9465	$k_{crit,m} =$	1,0000
$I_{tor} =$	3,33E+08 [mm⁴]	sbandamento nel piano debole		nessuna instabilità di trave	

DETTAGLI VERIFICA COMBINAZIONE DI CARICO				
comb. n.:	1			
$k_{mod} =$	0,7			
Sollecitazioni	Stato tensionale		Resistenze	
$N_d =$	59,58 [kN]	$\sigma_{m,y,d} =$	0,00 [N/mm²]	$\gamma_M =$ 1,5
$M_{y,d} =$	0 [kN·m]	$\sigma_{m,z,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{m,y,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$M_{z,d} =$	0 [kN·m]	$\sigma_{t,0,d} =$	1,49 [N/mm²]	$f_{m,z,d} =$ 11,20 [N/mm²]
$V_{z,d} =$	0 [kN]	$\sigma_{c,0,d} =$	[N/mm²]	$f_{t,0,d} =$ 6,53 [N/mm²]
$V_{y,d} =$	0 [kN]	$\tau_d =$	0,00 [N/mm²]	$f_{c,0,d} =$ 9,80 [N/mm²]
$T_d =$	0 [kN·m]	$\tau_{tor,d} =$	0,00 [N/mm²]	$f_{v,d} =$ 1,87 [N/mm²]

n. comb. di carico:	1
---------------------	---

### Riepilogo verifiche combinazioni di carico

Comune di Montepandone Prot. n. 1554 del 22-01-2016 partenza