

## Progetto

Nome progetto : FIN EC | Legno  
Descrizione : Verifica trave in Legno  
Data : 27/01/2021

## Normativa

Normativa **EN 1995-1-1/Italia.**

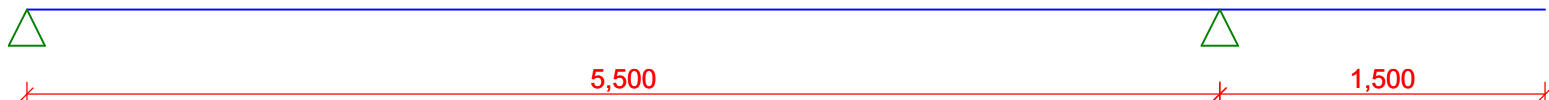
Legno massiccio, combinazioni fondamentali	: $\gamma_M = 1,500$
Legno lamellare incollato, combinazioni fondamentali	: $\gamma_M = 1,450$
LVL, combinazioni fondamentali	: $\gamma_M = 1,400$
Compensato, combinazioni fondamentali	: $\gamma_M = 1,400$
OSB, combinazioni fondamentali	: $\gamma_M = 1,400$
Pannelli di particelle, combinazioni fondamentali	: $\gamma_M = 1,500$
Pannelli di fibre, combinazioni fondamentali	: $\gamma_M = 1,500$
Combinazioni accidentali	: $\gamma_M = 1,000$

## 1 Trave 1

### 1.1 Dati inseriti

Lunghezza: 7,000 m  
Classe di servizio: 2  
Geometria

x [m]	Tipo di punto	A/L [m]	I/L [m <sup>3</sup> ]
0,000	vincolo cerniera	-	-
5,500	vincolo cerniera	-	-
7,000	libero	-	-



### Sezione

Settore N.	Inizio [m]	Fine [m]	Sezione	Rotazione [°]
1	0,000	7,000	rettangolo 180x300	0,0

#### rettangolo 180x300

Dimensione sezione	
altezza della sezione	h = 300,0 mm
larghezza della sezione	b = 180,0 mm
Caratteristiche della sezione trasversale	
area della sezione	A = 54,0E+03 mm <sup>2</sup>
modulo di resistenza rispetto l'asse baricentrico z al bordo sinistro della sezione	y <sub>cg</sub> = 90,0 mm
distanza del baricentro dal bordo inferiore dell'involucro minimo della sezione	z <sub>cg</sub> = 150,0 mm
momento d'inerzia rispetto l'asse baricentrico y	I <sub>y</sub> = 405E+06 mm <sup>4</sup>
momento d'inerzia rispetto l'asse baricentrico z	I <sub>z</sub> = 146E+06 mm <sup>4</sup>
raggio d'inerzia rispetto l'asse baricentrico y	i <sub>y</sub> = 86,6 mm
raggio d'inerzia rispetto l'asse baricentrico z	i <sub>z</sub> = 52,0 mm

## Materiale

**Nome** : S10 (C24) - conifero

**Tipo di legno**: pieno

Il calcolo utilizza il coefficiente  $k_h$  per aumentare la resistenza alla trazione e alla flessione.

### Caratteristiche del materiale:

Resistenza caratteristica a flessione	$f_{m,k}$	:	24,0 MPa
Resistenza caratteristica a trazione lungo la fibratura	$f_{t,0,k}$	:	14,0 MPa
Resistenza caratteristica a compressione lungo la fibratura	$f_{c,0,k}$	:	21,0 MPa
Resistenza caratteristica a taglio	$f_{v,k}$	:	4,0 MPa
Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	:	2,5 MPa
Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	:	0,4 MPa
Valore medio del modulo di elasticità	$E_{0,mean}$	:	11000 MPa
Valore di quinto percentile del modulo di elasticità	$E_{0,05}$	:	7400 MPa
Valore medio del modulo di taglio	$G_{mean}$	:	690 MPa
Massa volumica caratteristica	$\rho_k$	:	350,0 kg/m <sup>3</sup>

## Casi di carico

n.	Nome	Codice	Tipo	$\gamma_f$ ( $\gamma_{f,inf}$ )*	Coefficienti di combinazioni				
					$\xi$	Categ.**	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	G1 peso proprio -permanente	Peso proprio	Permanente	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
2	G2 forza-permanente	Forza	Permanente	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
3	Q3 forza-variabile di lunga durata	Forza	Variabile di lunga durata	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30
4	Q4 forza-variabile di lunga durata	Forza	Variabile di lunga durata	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30
5	Q5 forza-variabile di lunga durata	Forza	Variabile di lunga durata	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30

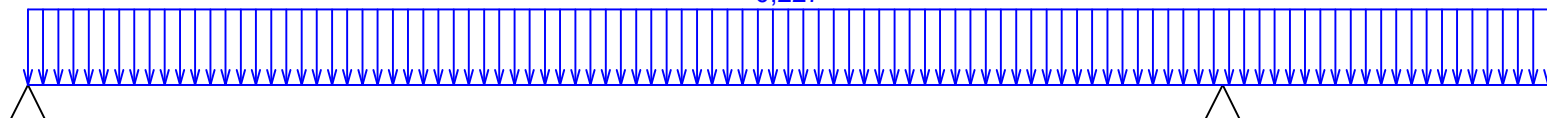
\*  $\gamma_{f,inf}$  per peso proprio favorevole

\*\* Categoria dei carichi secondo la A1.1 dell' EN 1990

### G1 peso proprio -permanente - carico

Tipo	Coord.x [m]	Lunghezza [m]	Dimensione1	Dimensione2
uniforme	0,000	7,000	0,227kN/m	-

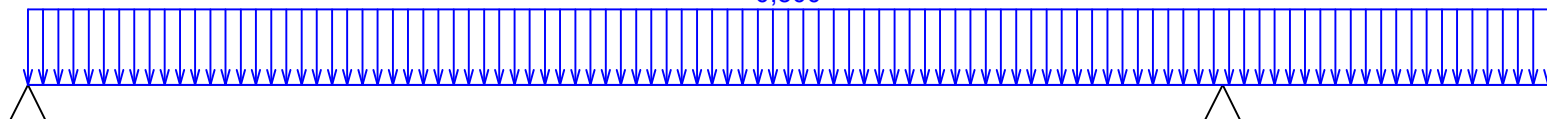
0,227



### G2 forza-permanente - carico

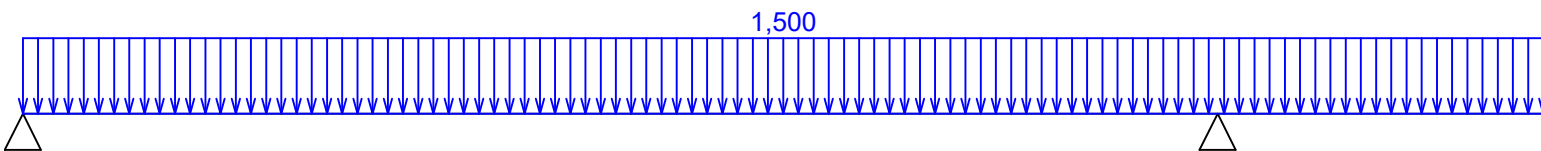
Tipo	Coord.x [m]	Lunghezza [m]	Dimensione1	Dimensione2
uniforme	0,000	7,000	0,500kN/m	-

0,500



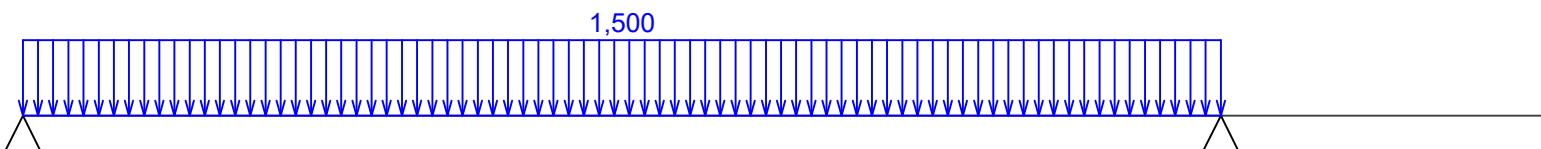
**Q3 forza-variabile di lunga durata - carico**

Tipo	Coord.x [m]	Lunghezza [m]	Dimensione1	Dimensione2
uniforme	0,000	7,000	1,500kN/m	-



**Q4 forza-variabile di lunga durata - carico**

Tipo	Coord.x [m]	Lunghezza [m]	Dimensione1	Dimensione2
uniforme	0,000	5,500	1,500kN/m	-



**Q5 forza-variabile di lunga durata - carico**

Tipo	Coord.x [m]	Lunghezza [m]	Dimensione1	Dimensione2
uniforme	5,500	1,500	1,500kN/m	-



**Combinazioni**

**Combinazione per la verifica dello Stato Limite Ultimo (SLU), primo ordine**

Numero	Nome e tipo di combinaz. Composizione
1	G1+G2; base combinazione $\gamma_{f,sup,1}(1,35)*G1 + \gamma_{f,sup,2}(1,35)*G2$
2	Q5:G1+G2; base combinazione $\gamma_{f,sup,1}(1,35)*G1 + \gamma_{f,sup,2}(1,35)*G2 + \gamma_{f,sup,5}(1,50)*Q5$
3	Q4:G1+G2; base combinazione $\gamma_{f,sup,1}(1,35)*G1 + \gamma_{f,sup,2}(1,35)*G2 + \gamma_{f,sup,4}(1,50)*Q4$
4	Q3:G1+G2; base combinazione $\gamma_{f,sup,1}(1,35)*G1 + \gamma_{f,sup,2}(1,35)*G2 + \gamma_{f,sup,3}(1,50)*Q3$

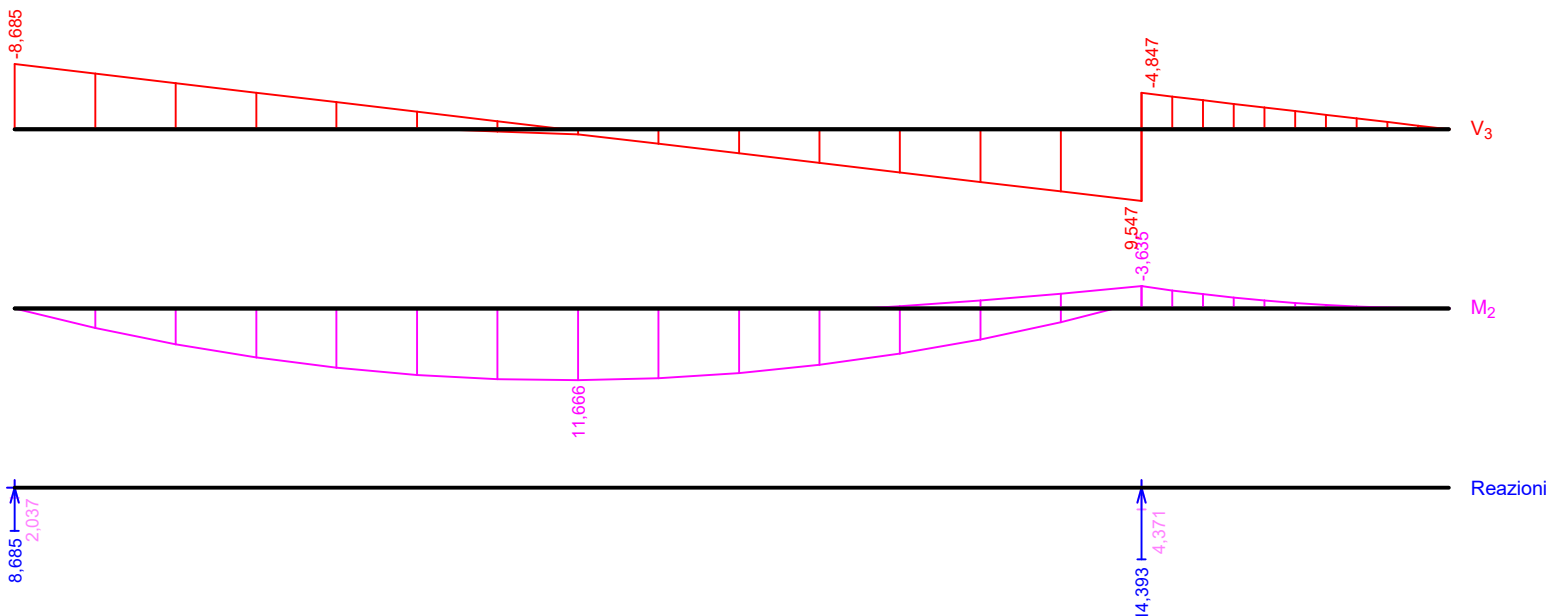
**Combinazione per la verifica dello Stato Limite di Esercizio (SLE), primo ordine**

Numero	Nome e tipo di combinaz. Composizione
1	Q3:G1+G2; deformazione finale combinazione $(1+k_{def})(1,80)*G1 + (1+k_{def})(1,80)*G2 + (1+\psi_{2,3}*k_{def})(1,24)*Q3$
2	Q4:G1+G2; deformazione finale combinazione $(1+k_{def})(1,80)*G1 + (1+k_{def})(1,80)*G2 + (1+\psi_{2,4}*k_{def})(1,24)*Q4$
3	Q5:G1+G2; deformazione finale combinazione $(1+k_{def})(1,80)*G1 + (1+k_{def})(1,80)*G2 + (1+\psi_{2,5}*k_{def})(1,24)*Q5$

Numero	Nome e tipo di combinaz. Composizione
4	G1+G2; deformazione finale combinazione $(1+k_{def})(1,80)*G1 + (1+k_{def})(1,80)*G2$
5	Q3:G1+G2; caratteristico combinazione G1 + G2 + Q3
6	Q4:G1+G2; caratteristico combinazione G1 + G2 + Q4
7	Q5:G1+G2; caratteristico combinazione G1 + G2 + Q5
8	G1+G2; caratteristico combinazione G1 + G2

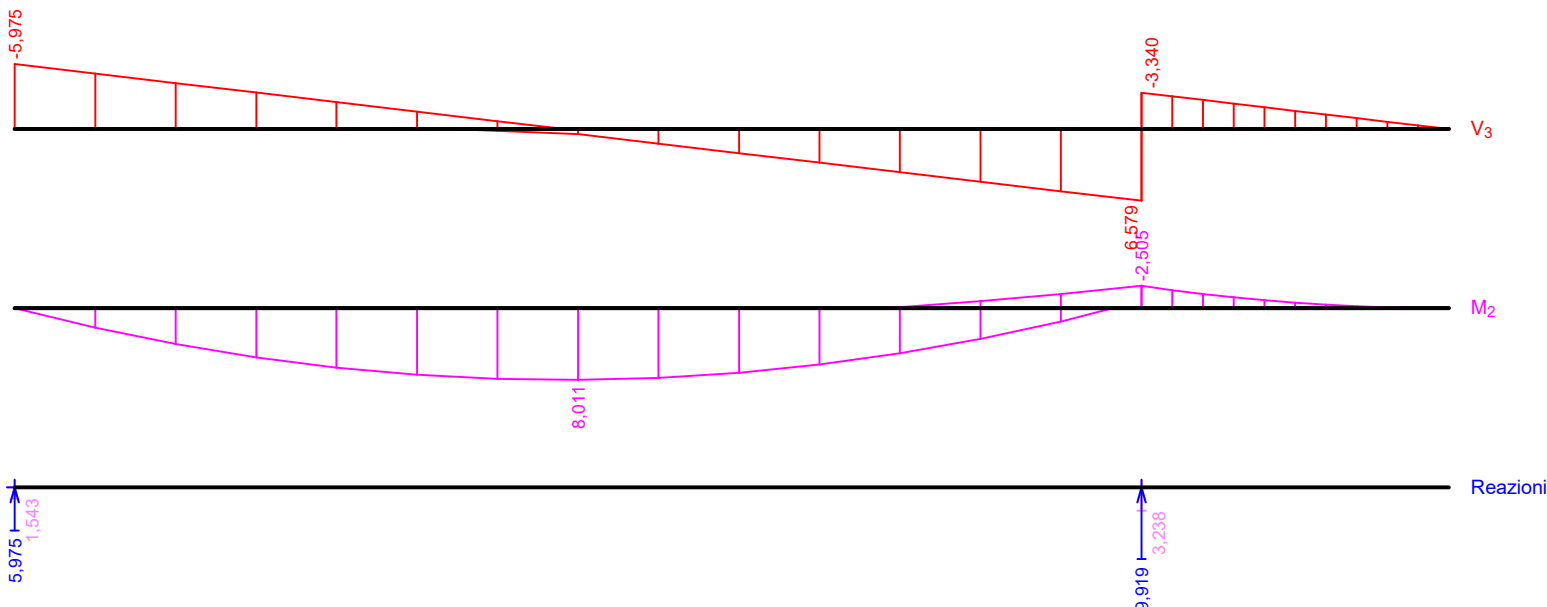
### Inviluppi

Inviluppo progetto di base (SLU)								
x [m]	Max M <sub>2</sub> [kNm]	Min M <sub>2</sub> [kNm]	Max V <sub>3</sub> [kN]	Min V <sub>3</sub> [kN]	Max R <sub>z</sub> [kN]	Min R <sub>z</sub> [kN]	Max RO <sub>x</sub> [kNm]	Min RO <sub>x</sub> [kNm]
0,000	0,000	0,000	-2,037	-8,685	8,685	2,037	-	-
0,393	3,157	0,723	-1,652	-7,415	-	-	-	-
0,786	5,817	1,295	-1,266	-6,145	-	-	-	-
1,179	7,981	1,716	-0,881	-4,875	-	-	-	-
1,571	9,644	1,986	-0,496	-3,609	-	-	-	-
1,964	10,815	2,106	-0,110	-2,339	-	-	-	-
2,357	11,489	2,074	0,275	-1,069	-	-	-	-
2,750	11,666	1,893	0,661	0,201	-	-	-	-
3,143	11,331	1,555	1,931	0,586	-	-	-	-
3,536	10,499	1,067	3,201	0,972	-	-	-	-
3,929	9,170	0,427	4,470	1,358	-	-	-	-
4,321	7,350	-0,361	5,737	1,742	-	-	-	-
4,714	5,029	-1,301	7,007	2,128	-	-	-	-
5,107	2,211	-2,393	8,277	2,513	-	-	-	-
5,500	-1,104L	-3,635L	9,547L	2,899L	14,393	4,371	-	-
5,500	-1,104R	-3,635R	-1,472R	-4,847R	-	-	-	-
5,650	-0,894	-2,944	-1,325	-4,362	-	-	-	-
5,800	-0,706	-2,326	-1,177	-3,877	-	-	-	-
5,950	-0,541	-1,781	-1,030	-3,393	-	-	-	-
6,100	-0,397	-1,309	-0,883	-2,908	-	-	-	-
6,250	-0,276	-0,909	-0,736	-2,423	-	-	-	-
6,400	-0,177	-0,582	-0,589	-1,939	-	-	-	-
6,550	-0,099	-0,327	-0,442	-1,454	-	-	-	-
6,700	-0,044	-0,145	-0,294	-0,969	-	-	-	-
6,850	-0,011	-0,036	-0,147	-0,485	-	-	-	-
7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-



Involuppo caratteristico (SLE)

x [m]	Max M <sub>2</sub> [kNm]	Min M <sub>2</sub> [kNm]	Max V <sub>3</sub> [kN]	Min V <sub>3</sub> [kN]	Max R <sub>z</sub> [kN]	Min R <sub>z</sub> [kN]	Max RO <sub>x</sub> [kNm]	Min RO <sub>x</sub> [kNm]
0,000	0,000	0,000	-1,543	-5,975	5,975	1,543	-	-
0,393	2,172	0,549	-1,258	-5,100	-	-	-	-
0,786	4,001	0,986	-0,972	-4,225	-	-	-	-
1,179	5,488	1,311	-0,686	-3,350	-	-	-	-
1,571	6,630	1,525	-0,401	-2,477	-	-	-	-
1,964	7,433	1,627	-0,116	-1,602	-	-	-	-
2,357	7,893	1,617	0,170	-0,726	-	-	-	-
2,750	8,011	1,496	0,455	0,149	-	-	-	-
3,143	7,776	1,259	1,331	0,434	-	-	-	-
3,536	7,199	0,911	2,206	0,720	-	-	-	-
3,929	6,279	0,450	3,081	1,006	-	-	-	-
4,321	5,021	-0,120	3,954	1,290	-	-	-	-
4,714	3,417	-0,803	4,829	1,576	-	-	-	-
5,107	1,471	-1,598	5,704	1,862	-	-	-	-
5,500	-0,818L	-2,505L	6,579L	2,147L	9,919	3,238	-	-
5,500	-0,818R	-2,505R	-1,090R	-3,340R	-	-	-	-
5,650	-0,662	-2,029	-0,981	-3,006	-	-	-	-
5,800	-0,523	-1,603	-0,872	-2,672	-	-	-	-
5,950	-0,401	-1,228	-0,763	-2,338	-	-	-	-
6,100	-0,294	-0,902	-0,654	-2,004	-	-	-	-
6,250	-0,204	-0,626	-0,545	-1,670	-	-	-	-
6,400	-0,131	-0,401	-0,436	-1,336	-	-	-	-
6,550	-0,074	-0,225	-0,327	-1,002	-	-	-	-
6,700	-0,033	-0,100	-0,218	-0,668	-	-	-	-
6,850	-0,008	-0,025	-0,109	-0,334	-	-	-	-
7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-



### Reazioni estreme

Reazioni estreme progetto di base (SLU)	
x [m]	Reazione
0,000	Max $R_z = 8,685\text{kN}$ - Q4:G1+G2
0,000	Min $R_z = 2,037\text{kN}$ - Q5:G1+G2
5,500	Max $R_z = 14,393\text{kN}$ - Q3:G1+G2
5,500	Min $R_z = 4,371\text{kN}$ - G1+G2

Reazioni estreme caratteristico (SLE)	
x [m]	Reazione
0,000	Max $R_z = 5,975\text{kN}$ - Q4:G1+G2
0,000	Min $R_z = 1,543\text{kN}$ - Q5:G1+G2
5,500	Max $R_z = 9,919\text{kN}$ - Q3:G1+G2
5,500	Min $R_z = 3,238\text{kN}$ - G1+G2

### Stabil. Flesso Torsionale

#### Instabilità dovuta al momento flettente $M_y$ :

Settore N.	Inizio [m]	Fine [m]	$l_{z1}$ [m]	Trave e tipo di carico	Posizione posizione
1	0,000	7,000	7,000	trave con carico distribuito	superiore

## 1.2 Risultati

### Risultati intermedi

#### Verifica momento flettente:

Momento flettente  $M_y = 3,158$  kNm

Calcolo dell'instabilità dal momento  $M_y$ :

Tensione critica  $\sigma_{m,crit} = 90,344$  MPa

snellezza relativa  $\lambda_{rel,m} = 0,515$

coefficiente di instabilità  $k_{crit} = 1,000$

Coefficiente per aumentare la resistenza caratteristica nella flessione da  $M_y$ :  $k_{h,M_y} = 1,000$

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$

Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,600$

Resistenza di progetto a flessione dal momento  $M_y$ :  $f_{m,y,d} = 9,600$  MPa

Verifica nell'angolo in basso a sinistra della sezione:

$W_y = 2,700E06$  mm<sup>3</sup>

$W_z = -1,620E06$  mm<sup>3</sup>

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit}M_y * f_{m,y,d}) = 0,122$

$0,122 < 1$  Superata

#### Verifica forza di taglio:

Forza di taglio  $V_z = 0,201$  kN

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$

Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,600$

Resistenza di progetto a taglio  $f_{v,d} = 1,600$  MPa

Coefficiente  $k_{cr} = 0,670$

Verifica baricentro della sezione:

momento statico  $S_y = 2,025E06$  mm<sup>3</sup>

spessore  $t_y = 180,0$  mm

tensione  $\tau_{Vz} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 0,008$  MPa

momento statico  $S_z = 1,215E06$  mm<sup>3</sup>

spessore  $t_z = 300,0$  mm

tensione  $\tau_{Vy} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,000$  MPa

$\sqrt{(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d} = 0,005$

$0,005 < 1$  Superata

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse z  $\lambda_z = 134,7$

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse y  $\lambda_y = 80,8$

Snellezza critica  $\lambda = 134,7$

#### Verifica momento flettente:

Momento flettente  $M_y = 1,893$  kNm

Calcolo dell'instabilità dal momento  $M_y$ :

Tensione critica  $\sigma_{m,crit} = 90,344$  MPa

snellezza relativa  $\lambda_{rel,m} = 0,515$

coefficiente di instabilità  $k_{crit} = 1,000$

Coefficiente per aumentare la resistenza caratteristica nella flessione da  $M_y$ :  $k_{h,M_y} = 1,000$

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$

Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,700$

Resistenza di progetto a flessione dal momento  $M_y$ :  $f_{m,y,d} = 11,200$  MPa

Verifica nell'angolo in basso a sinistra della sezione:

$W_y = 2,700E06$  mm<sup>3</sup>

$W_z = -1,620E06$  mm<sup>3</sup>

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit}M_y * f_{m,y,d}) = 0,063$

$0,063 < 1$  Superata

#### Verifica forza di taglio:

Forza di taglio  $V_z = 0,661$  kN

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$

Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,700$

Resistenza di progetto a taglio  $f_{v,d} = 1,867$  MPa

Coefficiente  $k_{cr} = 0,670$

Verifica baricentro della sezione:

momento statico  $S_y = 2,025E06$  mm<sup>3</sup>

spessore  $t_y = 180,0$  mm

tensione  $\tau_{Vz} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 0,027$  MPa

momento statico  $S_z = 1,215E06 \text{ mm}^3$

spessore  $t_z = 300,0 \text{ mm}$

tensione  $\tau_{V_y} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,000 \text{ MPa}$

$\sqrt{(\tau_{V_z}^2 + \tau_{V_y}^2)} / f_{v,d} = 0,015$

$0,015 < 1$  Superata

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse z  $\lambda_z = 134,7$

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse y  $\lambda_y = 80,8$

Snellezza critica  $\lambda = 134,7$

#### Verifica momento flettente:

Momento flettente  $M_y = 11,666 \text{ kNm}$

Calcolo dell'instabilità dal momento  $M_y$ :

Tensione critica  $\sigma_{m,crit} = 90,344 \text{ MPa}$

snellezza relativa  $\lambda_{rel,m} = 0,515$

coefficiente di instabilità  $k_{crit} = 1,000$

Coefficiente per aumentare la resistenza caratteristica nella flessione da  $M_y$ :  $k_{h,M_y} = 1,000$

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$

Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,700$

Resistenza di progetto a flessione dal momento  $M_y$ :  $f_{m,y,d} = 11,200 \text{ MPa}$

Verifica nell'angolo in basso a sinistra della sezione:

$W_y = 2,700E06 \text{ mm}^3$

$W_z = -1,620E06 \text{ mm}^3$

$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} * M_y * f_{m,y,d}) = 0,386$

$0,386 < 1$  Superata

#### Verifica forza di taglio:

Forza di taglio  $V_z = 0,201 \text{ kN}$

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$

Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,700$

Resistenza di progetto a taglio  $f_{v,d} = 1,867 \text{ MPa}$

Coefficiente  $k_{cr} = 0,670$

Verifica baricentro della sezione:

momento statico  $S_y = 2,025E06 \text{ mm}^3$

spessore  $t_y = 180,0 \text{ mm}$

tensione  $\tau_{V_z} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 0,008 \text{ MPa}$

momento statico  $S_z = 1,215E06 \text{ mm}^3$

spessore  $t_z = 300,0 \text{ mm}$

tensione  $\tau_{V_y} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,000 \text{ MPa}$

$\sqrt{(\tau_{V_z}^2 + \tau_{V_y}^2)} / f_{v,d} = 0,004$

$0,004 < 1$  Superata

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse z  $\lambda_z = 134,7$

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse y  $\lambda_y = 80,8$

Snellezza critica  $\lambda = 134,7$

#### Verifica momento flettente:

Momento flettente  $M_y = 10,400 \text{ kNm}$

Calcolo dell'instabilità dal momento  $M_y$ :

Tensione critica  $\sigma_{m,crit} = 90,344 \text{ MPa}$

snellezza relativa  $\lambda_{rel,m} = 0,515$

coefficiente di instabilità  $k_{crit} = 1,000$

Coefficiente per aumentare la resistenza caratteristica nella flessione da  $M_y$ :  $k_{h,M_y} = 1,000$

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$



Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,700$

Resistenza di progetto a flessione dal momento  $M_y$ :  $f_{m,y,d} = 11,200$  MPa

Verifica nell'angolo in basso a sinistra della sezione:

$W_y = 2,700E06$  mm<sup>3</sup>

$W_z = -1,620E06$  mm<sup>3</sup>

$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} M_y f_{m,y,d}) = 0,344$

$0,344 < 1$  Superata

#### Verifica forza di taglio:

Forza di taglio  $V_z = 0,661$  kN

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali  $\gamma_M = 1,500$

Coefficiente di correzione  $k_{mod} = 0,700$

Resistenza di progetto a taglio  $f_{v,d} = 1,867$  MPa

Coefficiente  $k_{cr} = 0,670$

Verifica baricentro della sezione:

momento statico  $S_y = 2,025E06$  mm<sup>3</sup>

spessore  $t_y = 180,0$  mm

tensione  $\tau_{Vz} = V_z * S_y / (I_y * k_{cr} * t_y) = 0,027$  MPa

momento statico  $S_z = 1,215E06$  mm<sup>3</sup>

spessore  $t_z = 300,0$  mm

tensione  $\tau_{Vy} = V_y * S_z / (I_z * k_{cr} * t_z) = 0,000$  MPa

$\sqrt{(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d} = 0,015$

$0,015 < 1$  Superata

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse z  $\lambda_z = 134,7$

Rapporto di snellezza corrispondente alla flessione intorno all'asse y  $\lambda_y = 80,8$

Snellezza critica  $\lambda = 134,7$

#### Verifica globale

**Carico definitivo:** Q4:G1+G2

Forze interne:  $M_y = 11,666$  kNm;  $V_z = 0,201$  kN

**Verifica momento flettente:**

Resistenza:  $M_{y,R} = 30,240$  kNm

$0,386 < 1$  **Superato**

**Verifica forza di taglio:**

Resistenza:  $V_R = 45,024$  kN

$0,004 < 1$  **Superato**

#### Sezione OK

##### Utilizzo

Utilizzo della sezione: 38,6 %

##### Inflessione

##### Stati di carico caratteristico

La deformazione massima è 4,6mm al punto  $x = 7,000$ m

La deformazione massima consentita è  $3,000$ m /  $300,0 = 10,0$ mm

$4,6$ mm  $< 10,0$ mm  **Verificato**

##### Stato di carico finale

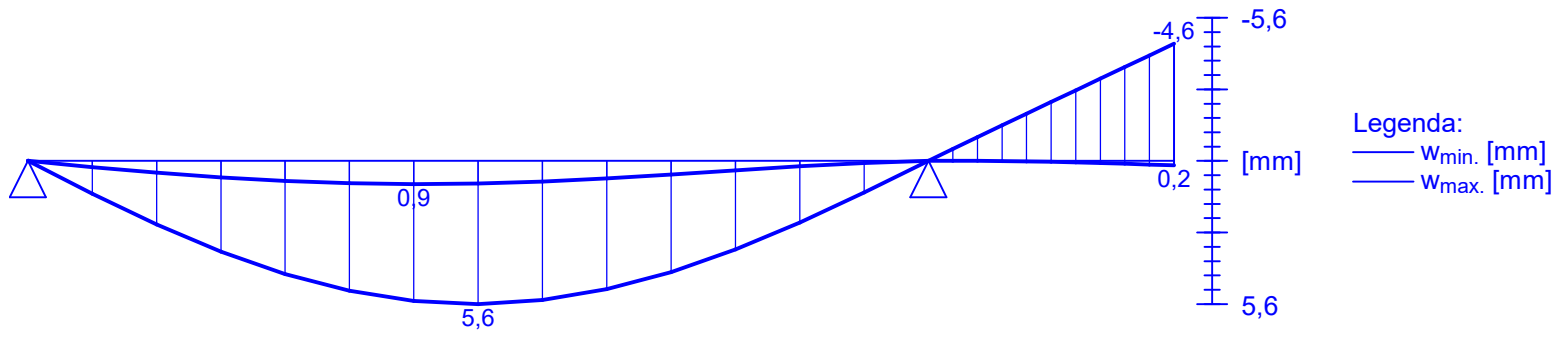
La deformazione massima è 6,3mm al punto  $x = 7,000$ m

La deformazione massima consentita è  $3,000$ m /  $150,0 = 20,0$ mm

$6,3$ mm  $< 20,0$ mm  **Verificato**

##### Inflessione elemento VERIFICATO

caratteristico (SLE)



finale (SLE)

