

## 1. ASTA-16

### STATO LIMITE ULTIMO, Stabilità flessionale

(UNI EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

#### 1.1. Progettazione strutturale (UNI EN1995-1-1:2009, §6)

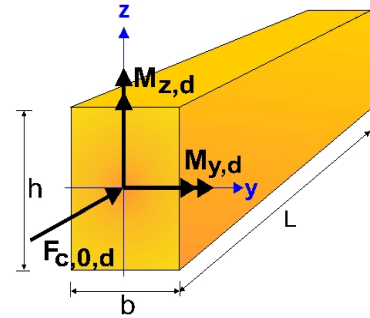
##### Proprietà dei materiali (NTC-DM2008, §4.4)

Classe del legno : C24

Classe di servizio : Classe 1, umidità  $\leq 12\%$  (§4.4.5)

Coefficiente del materiale  $\gamma_M = 1.50$  (DM2008 T.4.4.III)

Classe di durata del carico: Permanente (Tab.4.4.I)



##### Proprietà della sezione

Sezione rettangolare,  $b=75\text{mm}$ ,  $h=225\text{mm}$ ,  $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$

Riduzione della sezione 5.00%,  $dA=8.438\text{E}+002\text{mm}^2$ ,  $dW_y=3.164\text{E}+004\text{mm}^3$ ,  $dW_z=1.055\text{E}+004\text{mm}^3$

Sezione efficace  $A_{\text{netto}}=1.603\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_{y,\text{netto}}=6.012\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_{z,\text{netto}}=2.004\text{E}+005\text{mm}^3$

##### Profili prestazionali caratteristici del legname

Coefficiente di correzione  $K_{\text{mod}}=0.60$  (DM2008 T.4.4.IV)

Coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (DM2008 T.4.4.III)

$E_{005}=7400\text{N/mm}^2$

$f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{\text{mod}} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.60 \times 21.00 / 1.50 = 8.40\text{N/mm}^2$  (NTC-DM2008, §4.4.7)

$f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{\text{mod}} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.50 = 9.60\text{N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{\text{mod}} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.50 = 9.60\text{N/mm}^2$

##### Carichi sulla sezione

$F_{c0d}=-1.000\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.500\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.500\text{kNm}$

##### Stabilità a pressoflessione (UNI EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (UNI EN1995-1-1:2009 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 1.000 / 16031 = 0.06\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,\text{netto}}=1\text{E}+06 \times 0.500 / 6.012\text{E}+005 = 0.83\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,\text{netto}}=1\text{E}+06 \times 0.500 / 2.004\text{E}+005 = 2.50\text{ N/mm}^2$

##### Lunghezza libera di inflessione $S_k$

$S_{ky}=1.00 \times 3.000 = 3.000\text{ m} = 3000\text{ mm}$

$S_{kz}=1.00 \times 3.000 = 3.000\text{ m} = 3000\text{ mm}$

##### Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65\text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 3000 / 65 = 46.15$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22\text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 3000 / 22 = 136.36$

##### Tensioni critiche

$\sigma_{c,\text{crit}y} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 34.29\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{\text{rel},y} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,\text{crit}y})} = 0.78$  (EN1995-1-1, Eq.6.21)

$\sigma_{c,\text{crit}z} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 3.93\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{\text{rel},z} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,\text{crit}z})} = 2.31$  (EN1995-1-1, Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$  (legno massiccio)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},y} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},y}^2] = 0.85$ ,  $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2)}) = 0.835$  (Eq.6.27 6.25)

$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},z} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},z}^2] = 3.37$ ,  $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2)}) = 0.171$  (Eq.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.009 + 0.087 + 0.182 = 0.28 < 1$  (EN1995-1-1, Eq.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.043 + 0.061 + 0.260 = 0.36 < 1$  (EN1995-1-1, Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Percentuale di sezione utilizzata = 36%

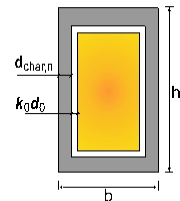
**1.2. Progettazione strutturale contro l'incendio** (UNI EN1995-1-2:2009)

Esposizione ad un incendio standard di 10 minuti.

Legno massiccio C24 con una massa volumica caratteristica di 350kg/m<sup>3</sup>

La velocità di carbonizzazione e  $\beta n = 0.80$  mm/min (EN1995-1-2, Tab. 3.1)

Profondità di carbonizzazione  $d_{char,n} = \beta n \cdot t = 0.80 \times 10 = 8$  mm (EN1995-1-2, Eq.3.2)



**Progettazione basata sul metodo della sezione ridotta** (UNI EN1995-1-2:2009, §4.2.2)

Profondità di carbonizzazione effettiva  $def = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0$ ,  $d_0 = 7$  mm (EN1995-1-2, Eq.4.1)

Per superfici non protette e  $t < 20$  min,  $k_0 = t/20 = 10/20 = 0.50$ , (EN1995-1-2, Table 4.1)

$def = 8 + 0.50 \times 7 = 12$  mm, sezione ridotta  $B_f \times H_f = 51 \times 201$  mm

**Verifica di resistenza della sezione ridotta** (UNI EN1995-1-2:2009, §2.3)

$K_{mod,fi} = 1.00$ , (EN1995-1-2, §4.2.2 (5)),  $\gamma_{M,fi} = 1.00$  (§2.3 Note2)

Coefficiente per il 20% esimo frattile della resistenza  $k_{fi} = 1.25$  (EN1995-1-2, Table 2.1)

**Stabilità a pressoflessione** (UNI EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

Sezione rettangolare,  $b_f = 51$  mm,  $h_f = 201$  mm,  $A = 9.738 \times 10^3$  mm<sup>2</sup>,  $W_y = 3.262 \times 10^5$  mm<sup>3</sup>,  $W_z = 8.278 \times 10^4$  mm<sup>3</sup>

$f_{c0k} = 21.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d,fi} = K_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c0k} / \gamma_{M,fi} = 1.00 \times 1.25 \times 21.00 / 1.00 = 26.25$  N/mm<sup>2</sup> (EN1995-1-2, Eq.2.1)

$f_{myk} = 24.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd,fi} = K_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{myk} / \gamma_{M,fi} = 1.00 \times 1.25 \times 24.00 / 1.00 = 30.00$  N/mm<sup>2</sup> (EN1995-1-2, Eq.2.1)

$f_{mk} = 24.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd,fi} = K_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{mk} / \gamma_{M,fi} = 1.00 \times 1.25 \times 24.00 / 1.00 = 30.00$  N/mm<sup>2</sup>

$E_{005} = 7400$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_{005,fi} = K_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot E_{005} / \gamma_{M,fi} = 1.00 \times 1.25 \times 7400 / 1.00 = 9250$  N/mm<sup>2</sup> (EN1995-1-2, Eq.2.2)

$\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.000 / 9738 = 0.10$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1 \times 10^6 \times 0.500 / 3.262 \times 10^5 = 1.53$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1 \times 10^6 \times 0.500 / 8.278 \times 10^4 = 6.04$  N/mm<sup>2</sup>

Lunghezza libera di inflessione  $S_k$

$S_{ky} = 1.00 \times 3.000 = 3.000$  m = 3000 mm,  $S_{kz} = 1.00 \times 3.000 = 3.000$  m = 3000 mm

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 201 = 58$  mm,  $\lambda_y = 3000 / 58 = 51.72$

$i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 51 = 15$  mm,  $\lambda_z = 3000 / 15 = 200.00$

Tensioni critiche

$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 34.13$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0d,fi} / \sigma_{c,crity}} = 0.78$

$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 2.28$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0d,fi} / \sigma_{c,critz}} = 3.03$

$\beta_c = 0.20$  (legno massiccio)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.86$ ,  $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.834$

$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 5.37$ ,  $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.102$

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d,fi}) + \sigma_{myd} / f_{myd,fi} + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd,fi} = 0.005 + 0.051 + 0.141 = 0.20 < 1$  (EN1995-1-1, Eq.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d,fi}) + K_{my} \cdot \sigma_{myd} / f_{myd,fi} + \sigma_{mzd} / f_{mzd,fi} = 0.038 + 0.036 + 0.201 = 0.28 < 1$  (EN1995-1-1, Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta