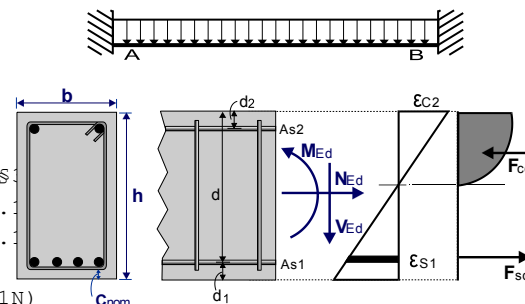


1. TRAVE-05

Trave semplicemente appoggiata con carico misto

(EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990-1-1:2004,)

Classe del CA : C25/30-S220 (EC2 §4.4.1)
 Classe di esposizione ambientale : XC2 (EC2 §4.4.1)
 Copriferro : $C_{nom}=30$ mm (EC2 §4.4.1)
 Peso CLS : 25.0 kN/m³ (EC2 Tabella 2.1N)
 $\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$ (EC2 Tabella 2.1N)
 $f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times 25 / 1.50 = 14.17$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 220 / 1.15 = 191$ MPa (EC2 §3.2.7)



1.1. Dimensioni e carichi

Trave (sezione rettangolare) , luce $L=6.000$ m

$L=6.000$ m, $b_w=0.300$ m, $h=0.500$ m

Fattori parziali di sicurezza per l'azioni: $\gamma_G=1.30$, $\gamma_Q=1.50$ (EC0 Annessi A1)

Combinazioni delle azioni variabili : $\psi_0=0.70$, $\psi_1=0.60$, $\psi_2=0.30$

Spessore efficace della sezione $d=h-d_1$, $d_1=C_{nom}+\phi_s+0.5\phi=30+8+0.5 \times 16=46$ mm

Carichi sulla trave

peso proprio della trave $g_0= 3.75$ kN/m

carico uniforme $g_1= 5.00$ kN/m $q_1= 10.00$ kN/m

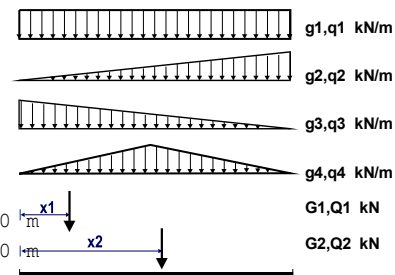
carico triangolare $g_2= 0.00$ kN/m $q_2= 0.00$ kN/m

carico triangolare $g_3= 0.00$ kN/m $q_3= 0.00$ kN/m

carico triangolare $g_4= 0.00$ kN/m $q_4= 0.00$ kN/m

carico concentrato $G_1= 20.00$ kN $Q_1= 5.00$ kN $x_1= 2.000$ m

carico concentrato $G_2= 10.00$ kN $Q_2= 3.00$ kN $x_2= 4.000$ m



Parametri della sezione (area A , momento d'inerzia I_{yy} , baricentro z_c)

Luce-1 $L= 6.000$ m, $A=0.15000$ m² ($1.50E+005$ mm²), $I_{yy}=0.00313$ m⁴ ($3.13E+009$ mm⁴), $z_c=0.000$ m (0 mm)

1.2. Stato limite ultimo (SLU)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Carico (STR) $q_{ed}=\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q = 1.30g + 1.50q$

1.3. Azioni di progetto, forze di taglio e momenti flettenti, Stato limite ultimo (SLU)

Momenti flettenti e taglio, combinazione di carico $1.30g+1.50q$

$x/L=0.00$, $x= 0.00$ m, $M_{ed}= -116.68$ kNm, $V_{ed}= 108.48$ kN

$x/L=0.10$, $x= 0.60$ m, $M_{ed}= -56.34$ kNm, $V_{ed}= 92.65$ kN

$x/L=0.20$, $x= 1.20$ m, $M_{ed}= -5.50$ kNm, $V_{ed}= 76.83$ kN

$x/L=0.30$, $x= 1.80$ m, $M_{ed}= 35.85$ kNm, $V_{ed}= 61.00$ kN

$x/L=0.40$, $x= 2.40$ m, $M_{ed}= 54.30$ kNm, $V_{ed}= 11.68$ kN

$x/L=0.50$, $x= 3.00$ m, $M_{ed}= 56.56$ kNm, $V_{ed}= -4.15$ kN

$x/L=0.60$, $x= 3.60$ m, $M_{ed}= 49.33$ kNm, $V_{ed}= -19.97$ kN

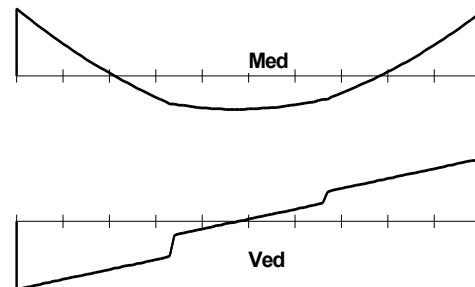
$x/L=0.70$, $x= 4.20$ m, $M_{ed}= 29.09$ kNm, $V_{ed}= -53.30$ kN

$x/L=0.80$, $x= 4.80$ m, $M_{ed}= -7.63$ kNm, $V_{ed}= -69.12$ kN

$x/L=0.90$, $x= 5.40$ m, $M_{ed}= -53.85$ kNm, $V_{ed}= -84.95$ kN

$x/L=1.00$, $x= 6.00$ m, $M_{ed}= -109.57$ kNm, $V_{ed}= -100.77$ kN

*Valore zero dei momenti a $x_1=1.320$ m e $x_2=4.620$ m



VedA= 108.48 kN, VedB= 100.77 kN, maxMed= 116.68 kNm, maxVed= 108.48 kN
 Momenti massimi: luce Med=56.88kNm (x=2.820m), appoggio MedA=-116.68kNm, appoggio MedB=-109.57kNm
 Momenti massimi alla sezione di appoggio (bsup=0.200m) MedA=-103.85 kNm, MedB=-97.67 kNm
 Forze di taglio massime alla distanza d dalla sezione di appoggio
 Luce-A, b/2+d=0.554m, VedA= 94.23kN, VedB= 86.53kN
 Luce-A, b/2 =0.100m, VedA= 105.31kN, VedB= 97.61kN

1.4. Luce Stato limite ultimo (SLU), Progettazione per flessione

Spessore efficace della sezione $d_1 = C_{nom} + \phi_s + 0.5\phi = 30 + 8 + 0.5 \times 16 = 46 \text{ mm}$, $d_2 = 46 \text{ mm}$, $d = 500 - 46 = 454 \text{ mm}$
 Armatura per flessione (solo l'armatura in trazione è necessaria)
 Med= 56.88kNm bw=300mm d=454mm Kd= 3.30 x/d=0.10 $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1} = -2.2/20.0$ ks=5.44, **As1= 6.81cm²**
 Armat. minima longitudinale in trazione, $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$, ($A_{s,min} = 4.19 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.1)
 Armat. massima in trazione o compressione, $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s,max} = 60.00 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.3)
Armatura per flessione: 2Ø16+2Ø14 (7.10cm²) (basso)

1.5. Appoggio-A Stato limite ultimo (SLU), Progettazione per flessione

Spessore efficace della sezione $d_1 = C_{nom} + \phi_s + 1.1\phi = 30 + 8 + 1.1 \times 16 = 56 \text{ mm}$, $d_2 = 56 \text{ mm}$, $d = 500 - 56 = 444 \text{ mm}$
 Armatura per flessione (solo l'armatura in trazione è necessaria)
 Med=-103.85kNm bw=300mm d=444mm Kd= 2.39 x/d=0.16 $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1} = -3.5/17.8$ ks=5.62, **As2=13.13cm²**
 Armat. minima longitudinale in trazione, $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$, ($A_{s,min} = 4.10 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.1)
 Armat. massima in trazione o compressione, $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s,max} = 60.00 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.3)
Armatura per flessione: 4Ø16+2Ø18 (13.12cm²) (alto)

1.6. Appoggio-B Stato limite ultimo (SLU), Progettazione per flessione

Spessore efficace della sezione $d_1 = C_{nom} + \phi_s + 0.5\phi = 30 + 8 + 0.5 \times 16 = 46 \text{ mm}$, $d_2 = 46 \text{ mm}$, $d = 500 - 46 = 454 \text{ mm}$
 Armatura per flessione (solo l'armatura in trazione è necessaria)
 Med=-97.67kNm bw=300mm d=454mm Kd= 2.52 x/d=0.15 $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1} = -3.4/20.0$ ks=5.58, **As2=12.00cm²**
 Armat. minima longitudinale in trazione, $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$, ($A_{s,min} = 4.19 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.1)
 Armat. massima in trazione o compressione, $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s,max} = 60.00 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.3)
Armatura per flessione: 6Ø16 (12.06cm²) (alto)

1.7. Luce Stato limite ultimo (SLU), Progettazione per rottura a taglio

Resistenza a taglio senza armatura a taglio V_{rdc} (EC2 §6.2.2)
 $V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.a)
 $V_{rdc} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.b)
 $C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$, $b_w = 300 \text{ mm}$, $d = 454 \text{ mm}$
 $k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2$, $k = 1.66$, $k_1 = 0.15$
 $\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 710 / (300 \times 454) = 0.0052$
 $v_{min} = 0.035 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.37 \text{ N/mm}^2$ (EC2 Eq.6.3N)
 $V_{rd,c(min)} = 0.001 \times (0.37) \times 300 \times 454 = 50.39 \text{ kN}$
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.66 \times (0.52 \times 25.00)^{0.33}] \times 300 \times 454 = 63.79 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 94.23 \text{ kN} > V_{rdc} = 63.79 \text{ kN}$, **Ved > V_{rdc} armatura a taglio necessaria**

Capacità del puntone di CLS V_{rdmax} (EC2 §6.2.3 Eq.6.9)
 $V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.22$, $\theta = 21.8^\circ$ $\cot \theta = 2.50$ $\tan \theta = 0.40$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa}$ $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 300 \times 0.9 \times 454 \times 0.540 \times 14.17 / 2.90 = 323.4 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 105.3 \text{ kN} < 323.4 \text{ kN} = V_{rdmax}$, la verifica è soddisfatta

Armatura a taglio delle staffe verticali (EC2 §6.2.3 Eq.6.8)
 $V_{rds} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$, $V_{rds} = 94.23 \text{ kN}$, $z = 0.9d$, $f_{ywd} = 0.8 f_{yk} = 176.00 \text{ N/mm}^2$, $\cot \theta = 2.50$
 $A_{sw}/s = V_{rds} / (z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta) = (1.0E+006) \times 94.23 / (0.9 \times 454 \times 176 \times 2.50) = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$ ($A_{sw}/s = 5.24 \text{ cm}^2/\text{m}$)
 Armatura a taglio richiesta: ($A_{sw}/s = 5.24 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Staffe minimi per armatura a taglio (EC2 §9.2.2)
 Rapporto minimo di armatura a taglio $\rho_{w,min}$ (EC2 Eq.9.5N)
 $\rho_{w,min} = (0.08 \times (f_{ck})^{0.5} / f_{yk})$, $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 220 \text{ N/mm}^2$, $\rho_{w,min} = 0.0018$
 $\min A_{sw}/s = 10 \times 0.0018 \times 300 \times \sin(90^\circ) = 5.40 \text{ cm}^2/\text{m}$

Distanza massima longitudinale dei staffe $s_{lmax}=0.75d$ ($\leq 600\text{mm}$)=340mm (EC2 §9.2.2.6, Eq.9.6N)
 Distanza massima trasversale delle staffe $s_{tmax}=0.75d$ ($\leq 600\text{mm}$)=340mm (EC2 §9.2.2.8, Eq.9.8N)

Armatura minima a taglio staffe $\varnothing 8/18.5$ ($A_{sw}/s= 5.44\text{cm}^2/\text{m}$)

Luce Armatura a taglio: staffe $\varnothing 8/18.5$ ($A_{sw}/s= 5.44\text{cm}^2/\text{m}$)

1.8. Azioni di progetto, forze di taglio e momenti flettenti, Stato limite di Esercizio (SLE))

Momenti flettenti e taglio, combinazione di carico 1.00g+0.30q

x/L=0.00, x= 0.00m, Med=	-59.21 kNm, Ved=	54.00 kN
x/L=0.10, x= 0.60m, Med=	-28.92 kNm, Ved=	46.95 kN
x/L=0.20, x= 1.20m, Med=	-2.86 kNm, Ved=	39.90 kN
x/L=0.30, x= 1.80m, Med=	18.96 kNm, Ved=	32.85 kN
x/L=0.40, x= 2.40m, Med=	27.96 kNm, Ved=	4.30 kN
x/L=0.50, x= 3.00m, Med=	28.43 kNm, Ved=	-2.75 kN
x/L=0.60, x= 3.60m, Med=	24.66 kNm, Ved=	-9.80 kN
x/L=0.70, x= 4.20m, Med=	14.49 kNm, Ved=	-27.75 kN
x/L=0.80, x= 4.80m, Med=	-4.28 kNm, Ved=	-34.80 kN
x/L=0.90, x= 5.40m, Med=	-27.27 kNm, Ved=	-41.85 kN
x/L=1.00, x= 6.00m, Med=	-54.49 kNm, Ved=	-48.90 kN

Momenti massimi: luce Med=28.75kNm (x=2.760m), appoggio MedA=-59.21kNm, appoggio MedB=-54.49kNm

1.9. Stato limite di Esercizio (SLE)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

L=6.000m, b=0.300m, h=0.500m, d=0.454m

Leff=6.000m, Med(SLS)=28.75 kNm

Coefficiente di deformazione finale $\phi(\infty, t_0)=2.50$

(EC2 §3.1.4, Annessi B)

Tensione di ritiro totale $\epsilon_{cs}=-0.30\text{o}/\text{o}$

$\gamma_c=1.00$, $\gamma_s=1.00$

(EC2 §2.4.2.4.2)

Modulo elasticità del calcestruzzo $E_{cm}=31\text{GPa}$, $E_{c,eff}=31/(1+2.50)=8.71\text{GPa}=8710\text{MPa}$

(EC2 Eq.7.20)

Modulo elasticità dell'acciaio $E_s=200\text{GPa}=200000\text{MPa}$

Rapporto modulare $\alpha_e=E_s/E_c=200/30.50=6.56$, effettivo $\alpha_e=E_s/E_{c,eff}=200/8.71=22.96$

Armatura di tensione: 2Ø16+2Ø14, Armatura di compressione: 2Ø14

Rapporto di armature $\rho=A_{s1}/(b \cdot d)=710/(300 \times 454)=0.005$, $\rho'=A_{s2}/(b \cdot d)=308/(300 \times 454)=0.002$

1.9.1. Stato I (sezione non fessurata) (SLE)

Rigidezza flessionale della sezione non fessurata, $EI=(200/22.96) \times (0.001 \times 3.125)=27221 \text{ kNm}^2$

$S=A_{s1} \cdot z_{s1}=(0.001)^2 \times 710 \times 0.204=(0.001) \times 0.145 \text{ m}^3$

(EC2 Eq.7.21)

Curvatura dovuta al momento $1/r_M=28.746/27221=(0.001) \times 1.056 \text{ (1/m)}$

Curvatura dovuta al ritiro $1/r_{cs}=(0.001 \times 0.30) \times 22.960 \times (0.145/3.125)=(0.001) \times 0.319 \text{ (1/m)}$

Curvatura totale $1/r=(0.001) \times 1.056+(0.001) \times 0.319=(0.001) \times 1.375 \text{ (1/m)}$

Momento di fessurazione, $M_{cr}=f_{ctm} \cdot (I/y_2)=2.6 \times (3.125/0.250)=32.50 \text{ kNm}$

1.9.2. Stato II (sezione completamente fessurata) (SLE)

$\rho=0.005$, $\rho'=0.002$, $\rho'/\rho=0.400$, $n=\alpha_e=22.96$, $n \cdot \rho=0.115$, $\xi=0.572$, $\alpha=0.354$, $x=\alpha \cdot d=0.161\text{m}$

Rigidezza flessionale della sezione completamente fessurata, $EI=\xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2=0.572 \times 200 \times 710 \times 0.454^2=16$

$S=A_{s1} \cdot z_{s1}=(0.001)^2 \times 710 \times 0.293=(0.001) \times 0.208 \text{ m}^3$

(EC2 Eq.7.21)

Curvatura dovuta al momento $1/r_M=28.746/16740=(0.001) \times 1.717 \text{ (1/m)}$

Curvatura dovuta al ritiro $1/r_{cs}=(0.001 \times 0.30) \times 22.960 \times (0.208/1.922)=(0.001) \times 0.459 \text{ (1/m)}$

Curvatura totale $1/r=(0.001) \times 1.717+(0.001) \times 0.459=(0.001) \times 2.176 \text{ (1/m)}$

Med=28.75 kNm, $\epsilon_c/\epsilon_s=0.28/0.50$, $x=161\text{mm}$, $\sigma_s=101 \text{ N/mm}^2$

1.9.3. Verifica deformazione senza calcolo (SLE)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.4.2)

$1/d=K[11+1.5 \sqrt{f_{ck}(\rho_0/\rho)}+3.2 \sqrt{f_{ck}(\rho_0/\rho-1)}]^{3/2}=27.75$

(EC2 Eq.7.16a)

$f_{ck}=25.00\text{N/mm}^2$, $\rho_0=0.001$, $\sqrt{25.00}=0.005$, $\rho=0.005$, $\rho'=0.002$, $\rho \leq \rho_0$, $K=1.5$

$1/d=(310/\sigma_s) \times (1/d)$, $\sigma_s=101 \text{ N/mm}^2$, $1/d=(310/101) \times 27.75=85.36$

(EC2 Eq.7.17)

$l_{eff}/d=6.000/0.454=13.22 \leq 85.36$, **Luce/profondità entro i limiti**

1.9.4. Verifica deformazione da calcolo (SLE)

(EN1992-1-1, §7.4.3)

$$\zeta = 1 - 0.50 \cdot (M_{cr}/M_{ed})^2 = 1 - 0.50 \cdot (32.50/28.75)^2 = 0.36$$

(Eq.7.19)

$$\text{Curvatura finale } (1/r) = 0.36 \cdot (0.001 \cdot 2.176) + (1 - 0.36) \cdot (0.001 \cdot 1.375) = (0.001) \cdot 1.664 \text{ (1/m)}$$

(Eq.7.18)

$$\beta = (M_a + M_b)/M_c = (59.21 + 54.49)/28.75 = 3.96, \quad k = 0.104(1 - 3.96/10) = 0.0629$$

$$f = k \cdot \text{Leff}^2 \cdot (1/r) = 0.0629 \cdot 6.000^2 \cdot 1.664 = 3.8 \text{ mm}$$

$$f = 3.77 \leq 1000 \cdot 6.000/250 = 24.0 \text{ mm, Deformazione entro i limiti}$$

1.9.5. Area minima di armatura (SLE)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2)

$$\text{Aree minime di armatura } A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

(EC2 Eq.7.1)

$$b = 0.300 \text{ m, } b_{eff} = 0.300 \text{ m, } h = 0.500 \text{ m, } d = 0.454 \text{ m, } x = 0.161 \text{ m, } \emptyset = 16 \text{ mm}$$

$$N_{ed} = 0.00 \text{ kN, } \sigma_c = (N_{ed}/bh) = 0.0 \text{ N/mm}^2, \quad \sigma_s = 101 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{ct} = (h - x) \cdot b = (500 - 161) \cdot 300 = 101828 \text{ mm}^2$$

$$\max(h, b) = 1 \text{ mm, } f_{ctm} = 2.60 \text{ N/mm}^2, \quad A_{c,eff} = 101828 \text{ mm}^2, \quad k = 0.86, \quad k_c = 0.40, \quad k_1 = 1.50$$

$$\text{Armatura minima, } A_{s,min} = 0.40 \cdot 0.86 \cdot 2.60 \cdot 101828 / 101 = 904 \text{ mm}^2$$

1.9.6. Controllo delle fessurazioni senza calcolo diretto (SLE)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.4)

$$\text{larghezza fessura } w_k = 0.3 \text{ mm (XC2), tensione acciaio } \sigma_s = 101 \text{ N/mm}^2, \quad \Phi^* = 25 \text{ mm, } \max s = 250 \text{ mm}$$

(EC2 T.7.2N)

$$\sigma_s = \sigma^* \cdot (f_{ctm}/2.9) [k_c \cdot h_{cr} / (2(h - d))] = 25 \text{ mm}$$

(EC2 Eq.7.6N)

$$f_{ctm} = 2.60 \text{ N/mm}^2, \quad k_c = 0.40, \quad h_{cr} = 0.5 \cdot 500 = 250 \text{ mm, } h = 500 \text{ mm, } d = 454 \text{ mm}$$

$$\text{Diametro massimo del ferro } \emptyset = 25 \text{ mm, passo massimo del ferro } s = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Diametro del ferro } \emptyset = 16 \leq 25 \text{ mm, Diametro del ferro sotto il limite max}$$

1.9.7. Calcolo dell'ampiezza della fessurazione (SLE)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.3)

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

(EC2 Eq.7.8)

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff}/\rho_{eff}) (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \sigma_s / E_s$$

(EC2 Eq.7.9)

$$\sigma_s = 101 \text{ N/mm}^2, \text{ carico a breve termine: } \alpha_e = 6.56, \quad k_t = 0.6, \text{ carico a lungo termine: } \alpha_e = 22.96, \quad k_t = 0.4$$

$$A_{c,eff} = 0.333(h - x)b = 0.333 \cdot (500 - 161) \cdot 300 = 33909 \text{ mm}^2$$

(§7.3.2.3)

$$\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff} = 710 / 33909 = 0.021$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [101 - 0.4 \cdot (2.6 / 0.021) (1 + 22.96 \cdot 0.021)] / 200 = 0.14 \text{ o/o} \geq 0.6 \cdot 101 / 200 = 0.30 \text{ o/o}$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot C_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \emptyset / \rho_{eff}$$

(EC2 Eq.7.11)

$$\emptyset = 15 \text{ mm, } k_1 = 0.8, \quad k_2 = (e_1 + e_2) / 2e_1 = 0.5, \quad k_3 = 3.4, \quad k_4 = 0.425$$

$$s_{r,max} = 3.4 \cdot 30.00 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 15 / 0.021 = 223.78 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 223.78 \cdot 0.001 \cdot 0.30 = 0.07 \text{ mm}$$

$$w_k = 0.07 \text{ mm} \leq 0.30 \text{ mm} = w_{max}, \text{ Classe di esposizione ambientale: XC2, Ampiezza della fessurazione e}$$

1.10. Distinta barre di armatura

Num		tipo	Barre di armatura [mm]	quant	\emptyset	g/m [kg/m]	lunghe [m]	peso [kg]
1	(Luce-1)	①	6340	2	16	1.580	6.340	20.03
2	(Luce-1)	①	6300	2	14	1.210	6.300	15.25
3	(Luce-1)	⑧	6140	2	14	1.210	6.140	14.86
4	(App.-A)	②	3120	4	16	1.580	3.120	19.72
5	(App.-A)	②	3180	2	18	2.000	3.180	12.72
6	(App.-B)	②	3240	6	16	1.580	3.240	30.72
7	(Luce-1)	⑨	80 420 230 420	32	8	0.395	1.460	18.45

Peso totale [kg]

131.75

