

# TELAIO CALCESTRUZZO ARMATO

## DIMENSIONAMENTO TRAVI CALCESTRUZZO ARMATO

*Stratigrafia solaio:*

*Intonaco (2cm)*

*Solaio in laterocemento*

*Isolante acustico (6cm)*

*Massetto (4cm)*

*Pavimentazione in gres porcellanato (2cm)*

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ULTIMO

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$i = 4m \text{ (vedi pianta strutturale)}$$

Calcolo del carico strutturale:

$$q_s = (V_{\text{costola}} + V_{\text{soletta}}) \times g_{\text{calcestruzzo}} + V_{\text{laterizio}} \times g_{\text{laterizio}}$$

$$q_s = [(0,05m \times 0,5m \times 1m) \times 2 + (0,2m \times 0,1m \times 1m) \times 2] \times 12 \text{ kN/m}^3 + [(0,4m \times 0,2m \times 1m) \times 2] \times 25 \text{ kN/m}^3 = 3,058 \text{ kn/m}^2$$

Calcolo del carico permanente:

$$P_{\text{solaio}} \text{ (per } 1m^2) = P_{\text{intonaco}} + P_{\text{isolante}} + P_{\text{massetto}} + P_{\text{pavimento}} + P_{\text{impianti}} + P_{\text{tramezzi}}$$

$$P_{\text{intonaco}} = (0,01m \times 1m \times 1m) \times 18 \text{ kn/m}^3 = 0,18 \text{ kn/m}^2$$

$$P_{\text{isolante}} = (0,06m \times 1m \times 1m) \times 0,5 \text{ kn/m}^3 = 0,02 \text{ kn/m}^2$$

$$P_{\text{massetto}} = (0,04m \times 1m \times 1m) \times 18 \text{ kn/m}^3 = 1,08 \text{ kn/m}^2$$

$$P_{\text{pavimento}} = (0,02m \times 1m \times 1m) \times 23 \text{ kn/m}^3 = 0,46 \text{ kn/m}^2$$

$$P_{\text{impianti}} = 0,5 \text{ kn/m}^2$$

$$P_{\text{tramezzi}} = 0,6 \text{ kn/m}^2$$

$$q_p = 2,84 \text{ kN/m}^2$$

Individuazione del carico accidentale:

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 \text{ (uso residenziale)}$$

Calcolo del carico limite ultimo:

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$q_u = (1,3 \times 3,058 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,84 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 4m = 12,7354 \text{ kN/m}^2 \times 4m = 44,9416 \text{ kN/m}$$

CALCOLO DEL MOMENTO MASSIMO

$$M_{\text{max}} = q_u \times l^2 / 8$$

$$l : 6m \text{ (vedi pianta strutturale)}$$

$$M_{\text{max}} = [44,9416 \text{ kN/m} \times (6m)^2] / 8 = 202,2372 \text{ kNm}$$

CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO (CALCESTRUZZO E ARMATURA)

$$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$$

$$f_{yk} = 450\text{N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 450\text{N/mm}^2 / 1,15 = 391,3043\text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 0,85 \times f_{yk} / 1,5$$

$$f_{ck} = 60\text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 0,85 \times 450\text{N/mm}^2 / 1,5 = 34\text{N/mm}^2$$

#### CALCOLO DELL'ALTEZZ DELLA SEZIONE DELLA TRAVE

$$h_{\text{min sez. trave}} = h_u + \delta$$

Calcolo dell'altezza utile:

$$h_u = r \times (M_{\text{max}} / (f_{cd} \times b_{\text{sez. trave}}))^{1/2}$$

$$r = (2 / (\beta \times (1 - \beta / 3)))^{1/2}$$

$$\beta = f_{cd} / (f_{cd} + f_{yd} / 15)$$

$$\beta = 34\text{N/mm}^2 / (34\text{N/mm}^2 + 391,3043\text{N/mm}^2 / 15) = 0,565847$$

$$r = (2 / (0,565847 \times (1 - 0,565847 / 3)))^{1/2} = 2,087143$$

$$b_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm} \text{ (scelta progettuale)}$$

$$h_u = 2,087143 \times (202,2372 \text{ kNm} \times 1000 / (34\text{N/mm}^2 \times 30\text{cm}))^{1/2} = 29,38886\text{cm}$$

Calcolo dell'altezza minima della sezione della trave:

$$\delta : 5\text{cm} \text{ (dimensione standard copriferro)}$$

$$h_{\text{min sez. trave}} = 29,38886\text{cm} + 5\text{cm} = 34,38886\text{cm}$$

$$h_{\text{sez. trave}} = 40\text{cm}$$

Definita l'altezza minima si possono dunque conoscere le dimensioni della sezione rettangolare della trave in calcestruzzo armato, rispettivamente 30cm e 40cm.

#### ANALISI DEI CARICHI CON PESO PROPRIO DELLA TRAVE

$$\text{trave}_{\text{principale}} = A_{\text{sez. trave}} \times g_{\text{mater. trave}}$$

$$A_{\text{sez. trave}} = b_{\text{sez. trave}} \times h_{\text{sez. trave}}$$

$$A_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm} \times 40\text{cm} = 1200\text{cm}^2 = 0,12\text{m}^2$$

$$\text{trave}_{\text{principale}} = 0,12\text{m}^2 \times 25\text{kN/m}^3 = 3\text{kN/m}$$

$$Q_s \text{ def.} = Q_s + \text{trave}_{\text{principale}}$$

$$Q_s \text{ def.} = 3,058\text{kN/m} + 3\text{kN/m} = 6,058\text{kN/m}$$

#### VERIFICA CON PESO PROPRIO

L'intero procedimento viene ripetuto considerando il nuovo carico strutturale individuato.

$$h_{\text{min sez. trave def.}} = 34,11029\text{cm} + 5\text{cm} = 39,11029\text{cm}$$

$$h_{\text{sez. trave}} = 40\text{cm}$$

**L'altezza della sezione della trave precedentemente individuata risulta adeguata anche considerando il peso proprio della trave stessa. La trave avrà quindi una sezione di 30cm x 40cm.**

## **DIMENSIONAMENTO PILASTRI CALCESTRUZZO ARMATO**

### **CALCOLO DELL'AREA DI INFLUENZA DEL PILASTRO MAGGIORMENTE SOLLECITATO**

$$a = 4\text{m (vedi pianta strutturale)}$$

$$b = 6\text{m (vedi pianta strutturale)}$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = a \times b$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = 4\text{m} \times 6\text{m} = 24\text{m}^2$$

### **CALCOLO DEL PESO DELLE TRAVI PRESENTI NELL'AREA DI INFLUENZA**

Calcolo dell'area della sezione della trave precedentemente dimensionata:

$$A_{\text{sez. trave}} = b_{\text{sez. trave}} \times h_{\text{sez. trave}}$$

$$b_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$h_{\text{sez. trave}} = 40\text{cm (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$A_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm} \times 40\text{cm} = 1200\text{ cm}^2 = 0,12\text{m}^2$$

Individuazione del peso specifico del materiale della trave:

$$g_{\text{mater. trave}} = 25\text{kN/m}^3 \text{ (calcestruzzo armato)}$$

Calcolo del carico a metro lineare esercitato delle travi:

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = A_{\text{sez. Trave}} \times g_{\text{mater. trave}}$$

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = 0,12\text{m}^2 \times 25\text{kN/m}^3 = 3\text{kN/m}$$

Calcolo del carico esercitato dalle travi nell'area di influenza del pilastro maggiormente sollecitato:

$$Q_{\text{travi}} = 1,3 \times a \times \text{trave}_{\text{secondaria}} + 1,3 \times b \times \text{trave}_{\text{principale}}$$

$$Q_{\text{travi}} = 1,3 \times 4\text{m} \times 3\text{kN/m} + 1,3 \times 6\text{m} \times 3\text{kN/m} = 39\text{kN}$$

### **CALCOLO DEL PESO DELLA PORZIONE DI SOLAIO PRESENTE NELL'AREA DI INFLUENZA**

$$Q_{\text{solaio}} = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times A_{\text{infl. pilastro}}$$

$$q_s = 3,058\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_p = 2,84\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_a = 2\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$Q_{\text{solaio}} = (1,3 \times 3,058\text{kN/m}^2 + 1,5 \times 2,84\text{kN/m}^2 + 1,5 \times 2\text{kN/m}^2) \times 24\text{m}^2 = 269,6496\text{kN}$$

### **CALCOLO DELLO SFORZO NORMALE AGENTE SUL PILASTRO**

$$N = (Q_{\text{travi}} + Q_{\text{solaio}}) \times n^{\circ}_{\text{piani}}$$

$$n^{\circ}_{\text{piani}} = 2 \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

$$N = (39\text{kN} + 269,6496\text{kN}) \times n^{\circ}_{\text{piani}} = 617,2992\text{kN}$$

### **CALCOLO TENSIONE DI PROGETTO**

$$f_{ck} = 45\text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / 1,5$$

$$f_{cd} = 0,85 \times 45\text{MPa} / 1,5 = 25,5\text{ MPa}$$

## CALCOLO DELL'AREA MINIMA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

Calcolo dell'area minima della sezione del pilastro maggiormente sollecitato:

$$A_{min} = N / f_{cd}$$

$$A_{min} = 617,2992 \text{ kN} \times 10 / 25,5 \text{ MPa} = 242,08 \text{ cm}^2$$

## CALCOLO DEL VALORE MINIMO DEL RAGGIO D'INERZIA MINIMO

$$\rho_{min} = b \times l / \lambda$$

$$l = 3 \text{ m (vedi sezione strutturale)}$$

Individuazione del valore del coefficiente b:

$$b = 1 \text{ (trave doppiamente appoggiata)}$$

Calcolo della snellezza massima:

$$\lambda = p \times (E / f_{cd})^{1/2}$$

$$E = 21000 \text{ MPa}$$

$$\lambda = p \times (21000 \text{ MPa} / 25,5 \text{ MPa})^{1/2} = 90,15491948$$

$$\rho_{min} = 1 \times 3 \text{ m} \times 100 / 90,15491948 = 3,327605 \text{ cm}$$

## CALCOLO DELLA BASE E DELL'ALTEZZA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

$$b_{min} = (12)^{1/2} \times \rho_{min}$$

$$b_{min \text{ sez. pilastro}} = (12)^{1/2} \times 3,327605 = 11,5 \text{ cm}$$

$$b_{sez. pilastro} = 15 \text{ cm}$$

$$h_{min} = A_{min} / b_{min}$$

$$h_{min \text{ sez. pilastro}} = 242,08 \text{ cm}^2 / 11,5 \text{ cm} = 6,916518 \text{ cm}$$

$$h_{sez. pilastro} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{design} = b_{sez. pilastro} \times h_{sez. pilastro}$$

$$A_{design} = 15 \text{ cm}^2 \times 15 \text{ cm}^2 = 225 \text{ cm}^2$$

## CALCOLO DEL MOMENTO D'INERZIA MINIMO

$$I_{design} = b^3 \times h / 12$$

$$I_{design} = (15 \text{ cm})^3 \times 15 \text{ cm} / 12 = 4218 \text{ cm}^4$$

## CALCOLO DELLA TENSIONE MASSIMA

$$\rho_{max} = N / A_{design} + M_t / W_x$$

Calcolo del momento trasmesso dalla trave al pilastro (in questo caso  $q_u l^2 / 12$ ):

$$M_t = q_u \times b^2 / 12$$

$$q_u = 44,9416 \text{ kN/m (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$b = 6 \text{ m (vedi pianta strutturale)}$$

$$M_t = 44,9416 \text{ kN/m} \times (6 \text{ m})^2 / 12 = 134,8248 \text{ kNm}$$

Calcolo del modulo di resistenza a flessione (sezione rettangolare,  $b \times h / 6$ ):

$$W_{\max} = b_{\text{sez. pilastro}} \times h_{\text{sez. pilastro}}^2 / 6$$

$$W_{\max} = 15\text{cm} \times (15\text{cm})^2 / 6 = 562,5\text{cm}^4$$

$$\rho_{\max} = (617,2992\text{kN} / 225\text{cm}^2) \times 10 + (134,8248 \text{ kNm} / 562,5\text{cm}^4) \times 1000 = 267,1241\text{MPa}$$

### **VERIFICA: LA TENSIONE MASSIMA DEVE ESSERE MINORE DELLA TENSIONE DI PROGETTO**

$$\rho_{\max} < f_{cd} ?$$

No! Poiché:

$$267,1 \text{ MPa} > 25,5 \text{ MPa}$$

La tensione massima è in questo caso maggiore della tensione di progetto precedentemente individuata. Per soddisfare la condizione posta bisogna quindi variare le dimensioni della sezione del pilastro.

$$h_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 10\text{cm} = 25\text{cm}$$

$$b_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 10\text{cm} = 25\text{cm}$$

$$\rho_{\max} < f_{cd} ?$$

No! Poiché:

$$61,6 \text{ MPa} > 25,5 \text{ MPa}$$

Aumentando ulteriormente le dimensioni:

$$h_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 20\text{cm} = 35\text{cm}$$

$$b_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 20\text{cm} = 35\text{cm}$$

Ripetendo il procedimento con queste due dimensioni si ricava che:

$$\rho_{\max} < f_{cd} \text{ poiché } 23,9 \text{ MPa} < 25,5 \text{ MPa}$$

**Le nuove dimensioni soddisfano le condizioni poste. Il pilastro avrà quindi una sezione di 35 cm x 35cm.**

## **TELAIO LEGNO**

### **DIMENSIONAMENTO TRAVI LEGNO**

*Stratigrafia solaio:*

*Pannello gessofibra (1,2cm)*

*Lana di vetro (10cm)*

*Legno di abete copertura su travetti (2,4cm)*

*Legno da costruzione (20cm)*

*OSB (2cm)*

*Isolante acustico (3cm)*

*Massetto (4cm)*

*Pavimentazione in gres porcellanato (2cm)*

### **CALCOLO DEL CARICO LIMITE ULTIMO**

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$i = 4\text{m (vedi pianta strutturale)}$$

Calcolo del carico strutturale:

$$Q_s = V_{\text{abete}} \times g_{\text{abete}} + V_{\text{OBS}} \times g_{\text{OBS}} + V_{\text{legno costr.}} \times g_{\text{legno costr.}}$$

$$Q_s = (0,018\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 6 \text{ kN/m}^3 + (0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 5,5 \text{ kN/m}^3 + [(0,2\text{m} \times 0,04\text{m} \times 1\text{m}) \times 2] \times 6 \text{ kN/m}^3 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

Calcolo del carico permanente:

$$P_{\text{solaio (per 1m}^2)} = P_{\text{gessofibra}} + P_{\text{ lana di vetro}} + P_{\text{isolante}} + P_{\text{massetto}} + P_{\text{pavimento}} + P_{\text{impianti}} + P_{\text{tramezzi}}$$

$$P_{\text{gessofibra}} = 0,15 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{http://www.fermacell.it/lastre_gessofibra_1331.php})$$

$$P_{\text{lana di vetro}} = (0,1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 1 \text{ kN/m}^3 = 0,1 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{http://www.sigmundcarlo.net/CA/II/B13.pdf})$$

$$P_{\text{isolante}} = 0,07 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{http://www.fonoisolamento.it/37/flypagepbvv2tpl/shopproduct_details/412})$$

$$P_{\text{massetto}} = (0,04\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 18 \text{ kN/m}^3 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{pavimento}} = (0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 23 \text{ kN/m}^3 = 0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{impianti}} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tramezzi}} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 2,96 \text{ kN/m}^2$$

Individuazione del carico accidentale:

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 \text{ (uso residenziale)}$$

Calcolo del carico limite ultimo:

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$Q_u = (1,3 \times 3,058 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,84 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 4\text{m} = 12,7354 \text{ kN/m}^2 \times 4\text{m} = 31,58 \text{ kN/m}$$

### CALCOLO DEL MOMENTO MASSIMO

$$M_{\text{max}} = q_u \times l^2 / 8$$

$$l : 6\text{m (vedi pianta strutturale)}$$

$$M_{\text{max}} = [31,58 \text{ kN/m} \times (6\text{m})^2] / 8 = 142,11 \text{ kNxm}$$

### CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO

$$f_d = k_{\text{mod}} \times f_{\text{mk}} / \gamma_m$$

$$f_{\text{mk}} = 28 \text{ kN/mm}^2$$

$$k_{\text{mod}} = 0,70 \text{ (EN 14080: legno lamellare, classe di durata del carico "lunga", classe di servizio "2")}$$

$$\gamma_m = 1,45 \text{ (legno lamellare incollato)}$$

$$f_d = 0,7 \times 28 \text{ kNxm} / 1,45 = 13,51 \text{ N/mm}^2$$

### CALCOLO DELL'ALTEZZ DELLA SEZIONE DELLA TRAVE

$$h_{\text{min sez. trave}} = (6 \times M_{\text{max}} / b_{\text{sez. trave}} \times f_d)^{1/2}$$

$$b_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm (scelta progettuale)}$$

$$h_{\text{min sez. trave}} = (6 \times 28 \text{ kNm} \times 1000 / 30 \text{ cm} \times 13,51 \text{ N/mm}^2)^{1/2} = 45,85464$$

$$h_{\text{sez. trave}} = 50 \text{ cm}$$

**Definita l'altezza minima si può dunque conoscere la sezione rettangolare della trave in legno lamellare, in questo caso di 30cm x 50cm.**

## **DIMENSIONAMENTO PILASTRI LEGNO**

### **CALCOLO DELL'AREA DI INFLUENZA DEL PILASTRO MAGGIORMENTE SOLLECITATO**

$$a = 4 \text{ m (vedi pianta strutturale)}$$

$$b = 6 \text{ m (vedi pianta strutturale)}$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = a \times b$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = 4 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$$

### **CALCOLO DEL PESO DELLE TRAVI PRESENTI NELL'AREA DI INFLUENZA**

Calcolo dell'area della sezione della trave precedentemente dimensionata:

$$A_{\text{sez. trave}} = b_{\text{sez. trave}} \times h_{\text{sez. trave}}$$

$$b_{\text{sez. trave}} = 30 \text{ cm (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$h_{\text{sez. trave}} = 50 \text{ cm (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$A_{\text{sez. trave}} = 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 1500 \text{ cm}^2 = 0,15 \text{ m}^2$$

Individuazione del peso specifico del materiale della trave:

$$g_{\text{mater. trave}} = 6 \text{ kN/m}^3 \text{ (legno lamellare incollato)}$$

Calcolo del carico a metro lineare esercitato dalle travi:

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = A_{\text{sez. Trave}} \times g_{\text{mater. trave}}$$

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = 0,15 \text{ m}^2 \times 6 \text{ kN/m}^3 = 0,9 \text{ kN/m}$$

Calcolo del carico esercitato dalle travi nell'area di influenza del pilastro maggiormente sollecitato:

$$Q_{\text{travi}} = 1,3 \times a \times \text{trave}_{\text{secondaria}} + 1,3 \times b \times \text{trave}_{\text{principale}}$$

$$Q_{\text{travi}} = 1,3 \times 4 \text{ m} \times 0,9 \text{ kN/m} + 1,3 \times 6 \text{ m} \times 0,9 \text{ kN/m} = 11,7 \text{ kN}$$

### **CALCOLO DEL PESO DELLA PORZIONE DI SOLAIO PRESENTE NELL'AREA DI INFLUENZA**

$$Q_{\text{solaio}} = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times A_{\text{infl. pilastro}}$$

$$q_s = 0,35 \text{ kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_p = 2,96 \text{ kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$Q_{\text{solaio}} = (1,3 \times 0,35 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,96 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 24 \text{ m}^2 = 189,48 \text{ kN}$$

### **CALCOLO DELLO SFORZO NORMALE AGENTE SUL PILASTRO**

$$N = (Q_{\text{travi}} + Q_{\text{solaio}}) \times n^{\circ} \text{ piani}$$

$$n^{\circ} \text{ piani} = 2 \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

$$N = (39 \text{ kN} + 189,48 \text{ kN}) \times n^{\circ} \text{ piani} = 402,36 \text{ kN}$$

## CALCOLO TENSIONE DI PROGETTO

$$f_{cd} = k_{mod} \times f_{ck} / \gamma_m$$

$$f_{ck} = 26,5 \text{ kN/mm}^2 \text{ (UNI EN 1194: legno lamellare GL28h)}$$

$$k_{mod} = 0,70 \text{ (EN 14080: legno lamellare, classe di durata del carico "lunga", classe di servizio "2")}$$

$$\gamma_m = 1,45 \text{ (legno lamellare)}$$

$$f_{cd} = 0,7 \times 26,5 \text{ kN/mm}^2 / 1,45 = 12,7931 \text{ N/mm}^2$$

## CALCOLO DELL'AREA MINIMA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

Calcolo dell'area minima della sezione del pilastro maggiormente sollecitato:

$$A_{min} = N / f_{cd}$$

$$A_{min} = 402,36 \text{ kN} \times 10 / 26,5 \text{ MPa} = 314,5132 \text{ cm}^2$$

## CALCOLO DEL VALORE MINIMO DEL RAGGIO D'INERZIA MINIMO

$$\rho_{min} = b \times l / \lambda$$

$$l = 3 \text{ m (vedi sezione strutturale)}$$

Individuazione del valore del coefficiente b:

$$b = 1 \text{ (trave doppiamente appoggiata)}$$

Calcolo della snellezza massima:

$$\lambda = p \times (E / f_{cd})^{1/2}$$

$$E = 10200 \text{ MPa (UNI EN 1194: legno lamellare GL28h)}$$

$$\lambda = p \times (10200 \text{ MPa} / 12,7931 \text{ MPa})^{1/2} = 88,70784$$

$$\rho_{min} = 1 \times 3 \text{ m} \times 100 / 88,70784 = 3,381888 \text{ cm}$$

## CALCOLO DELLA BASE E DELL'ALTEZZA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

$$b_{min} = (12)^{1/2} \times \rho_{min}$$

$$b_{min \text{ sez. pilastro}} = (12)^{1/2} \times 3,381888 \text{ cm} = 11,715$$

$$b_{sez. pilastro} = 20 \text{ cm}$$

$$h_{min} = A_{min} / b_{min}$$

$$h_{min \text{ sez. pilastro}} = 314,5132 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm} = 15,726 \text{ cm}$$

$$h_{sez. pilastro} = 20 \text{ cm}$$

$$A_{design} = b_{sez. pilastro} \times h_{sez. pilastro}$$

$$A_{design} = 20 \text{ cm}^2 \times 20 \text{ cm}^2 = 400 \text{ cm}^2$$

## CALCOLO DEL MOMENTO D'INERZIA MINIMO

$$I_{design} = b^3 \times h / 12$$

$$I_{design} = (20 \text{ cm})^3 \times 20 \text{ cm} / 12 = 13333,3 \text{ cm}^4$$

**Il pilastro in legno lamellare avrà quindi sezione 20cm x 20cm.**



## **TELAIO ACCIAIO**

### **DIMENSIONAMENTO TRAVI ACCIAIO**

*Stratigrafia solaio:*

*Pannello gessofibra (1,2)*

*IPE 160*

*Lamiera grecata (5cm)*

*Soletta in cls (5cm)*

*Isolante acustico (6cm)*

*Massetto (4cm)*

*Pavimentazione in gres porcellanato (2cm)*

### **CALCOLO DEL CARICO LIMITE ULTIMO**

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$i = 4\text{m}$  (vedi pianta strutturale)

Calcolo del carico strutturale:

$$q_s = V_{\text{soletta}} \times g_{\text{calcestruzzo}} + V_{\text{lamiera}} \times g_{\text{acciaio}} + V_{\text{IPE160}} \times g_{\text{acciaio}}$$

$$q_s = (0,08\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 25 \text{ kN/m}^3 + (0,001\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 78,5 \text{ kN/m}^3 + [(0,00201\text{m}^2 \times 1\text{m}) \times 2] \times 78,5 \text{ kN/m}^3 = 2,388 \text{ kN/m}^2$$

Calcolo del carico permanente:

$$P_{\text{solaio}} (\text{per } 1\text{m}^2) = P_{\text{gessofibra}} + P_{\text{isolante}} + P_{\text{massetto}} + P_{\text{pavimento}} + P_{\text{impianti}} + P_{\text{tramezzi}}$$

$$P_{\text{gessofibra}} = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{isolante}} = (0,06\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 0,5 \text{ kN/m}^3 = 0,02 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{massetto}} = (0,04\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 18 \text{ kN/m}^3 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{pavimento}} = (0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 23 \text{ kN/m}^3 = 0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{impianti}} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tramezzi}} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 2,81 \text{ kN/m}^2$$

Individuazione del carico accidentale:

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 \text{ (uso residenziale)}$$

Calcolo del carico limite ultimo:

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$q_u = (1,3 \times 2,388 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,81 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 4\text{m} = 10,3194 \text{ kN/m}^2 \times 4\text{m} = 41,2776 \text{ kN/m}$$

### **CALCOLO DEL MOMENTO MASSIMO**

$$M_{\text{max}} = q_u \times l^2 / 8$$

$l : 6\text{m}$  (vedi pianta strutturale)

$$M_{\max} = [41,2776 \text{ kN/m} \times (6\text{m})^2] / 8 = 185,7492 \text{ kNm}$$

### **CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO**

$$f_d = f_{y,k} / \gamma_m$$

$$f_d = f_{y,k} / 1,05$$

$$f_{y,k} = 275\text{N/mm}^2$$

$$f_d = 275\text{N/mm}^2 / 1,05 = 261,9047\text{N/mm}^2$$

### **CALCOLO IL MODULO DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA SEZIONE DELLA TRAVE**

$$W_{x,\min} = M_{\max} / f_d = 709,22\text{cm}^3$$

$$W_x \text{ sez. trave} = 713\text{cm}^3$$

**Ci si riferisce al sagomario IPE per la scelta della trave con  $W_x$  immediatamente superiore a  $W_{x,\min}$  (709,22cm<sup>3</sup>), in questo caso una IPE 330.**

### **DIMENSIONAMENTO PILASTRI ACCIAIO**

#### **CALCOLO DELL'AREA DI INFLUENZA DEL PILASTRO MAGGIORMENTE SOLLECITATO**

$$a = 4\text{m} \text{ (vedi pianta strutturale)}$$

$$b = 6\text{m} \text{ (vedi pianta strutturale)}$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = a \times b$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = 4\text{m} \times 6\text{m} = 24\text{m}^2$$

#### **CALCOLO DEL PESO DELLE TRAVI PRESENTI NELL'AREA DI INFLUENZA**

Calcolo dell'area della sezione della trave precedentemente dimensionata:

$$A_{\text{sez. trave}} = 0,006261\text{m}^2$$

Individuazione del peso specifico del materiale della trave:

$$g_{\text{mater. trave}} = 78,50\text{kN/m}^3 \text{ (acciaio)}$$

Calcolo del carico a metro lineare esercitato delle travi:

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = A_{\text{sez. Trave}} \times g_{\text{mater. trave}}$$

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = 0,006261\text{m}^2 \times 78,50\text{kN/m}^3 = 0,4915\text{kN/m}$$

Calcolo del carico esercitato dalle travi nell'area di influenza del pilastro maggiormente sollecitato:

$$Q_{\text{travi}} = 1,3 \times a \times \text{trave}_{\text{secondaria}} + 1,3 \times b \times \text{trave}_{\text{principale}}$$

$$Q_{\text{travi}} = 1,3 \times 4\text{m} \times 0,4915\text{kN/m} + 1,3 \times 6\text{m} \times 0,4915\text{kN/m} = 6,3893 \text{ kN}$$

#### **CALCOLO DEL PESO DELLA PORZIONE DI SOLAIO PRESENTE NELL'AREA DI INFLUENZA**

$$Q_{\text{solaio}} = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times A_{\text{infl. pilastro}}$$

$$q_s = 2,388\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_p = 2,81\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_a = 2\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$Q_{\text{solaio}} = (1,3 \times 2,388\text{kN/m}^2 + 1,5 \times 2,81\text{kN/m}^2 + 1,5 \times 2\text{kN/m}^2) \times 24\text{m}^2 = 247,6656\text{kN}$$

## CALCOLO DELLO SFORZO NORMALE AGENTE SUL PILASTRO

$$N = (Q_{travi} + Q_{solaio}) \times n^{\circ} \text{piani}$$

$$n^{\circ} \text{piani} = 2 \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

$$N = (6,3893\text{kN} + 247,6656\text{kN}) \times n^{\circ} \text{piani} = 508,1099\text{kN}$$

## CALCOLO TENSIONE DI PROGETTO

$$f_{yk} = 275 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1,05$$

$$f_{yd} = 275\text{MPa} / 1,05 = 261,9048 \text{ MPa}$$

## CALCOLO DELL'AREA MINIMA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

Calcolo dell'area minima della sezione del pilastro maggiormente sollecitato:

$$A_{min} = N / f_{yd}$$

$$A_{min} = 508,1099\text{kN} \times 10 / 261,9048\text{MPa} = 19,40056\text{cm}^2$$

## CALCOLO DEL VALORE MINIMO DEL RAGGIO D'INERZIA MINIMO

$$\rho_{min} = b \times l / \lambda$$

$$l = 3\text{m} \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

Individuazione del valore del coefficiente b:

$$b = 1 \text{ (trave doppiamente appoggiata)}$$

Calcolo della snellezza massima:

$$\lambda = p \times (E / f_{yd})^{1/2}$$

$$E = 210000\text{MPa}$$

$$\lambda = p \times (210000\text{MPa} / 261,9048\text{MPa})^{1/2} = 88,95858$$

$$\rho_{min} = 1 \times 3\text{m} \times 100 / 88,95858 = 3,372356\text{cm}$$

## CALCOLO DEL MOMENTO D'INERZIA MINIMO

$$I_{min} = A_{min} \times \rho_{min}^2$$

$$I_{min} = 19,40056\text{cm}^2 \times (3,372356\text{cm})^2 = 220,6384\text{cm}^4$$

Una volta individuato il valore minimo del momento di inerzia minimo posso conoscere i seguenti valori consultato il sagomario.

$$A_{design} = 25,34\text{cm}^2$$

$$I_{design} = 230,9\text{cm}^4$$

$$\rho_{min \text{ design}} = 3,02\text{cm}$$

$$\lambda = b \times l / \rho_{min \text{ design}}$$

$$\lambda = 1 \times 3\text{m} \times 100 / 3,02\text{cm} = 99,33775 (< 200, \text{ok})$$

**Grazie ai dati trovati è possibile individuare sul sagomario il profilo adeguato, in questo caso una HEA 120.**