

Progetto-verifica degli elementi di controvento

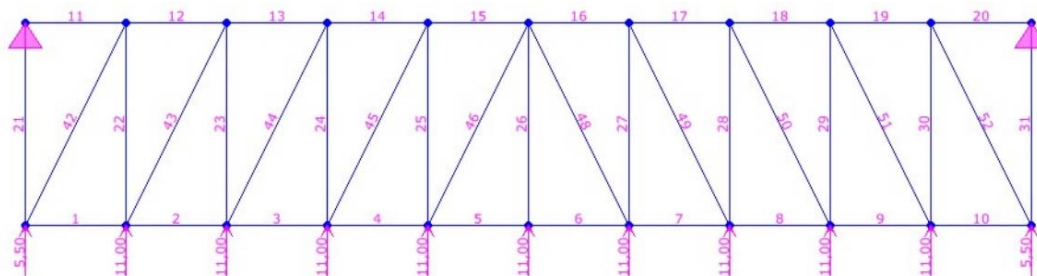
Controvento di falda

Per analizzare i controventi di falda consideriamo come il primo campo tra due capriate (su entrambe le facciate) debba funzionare come una travatura reticolare in grado di riportare sugli estremi, quindi sui pilastri, l'azione orizzontale trasmessa dai pilastri portabaracatura frontali. Lo scarico del pilastro lo considereremo relativamente allo schema di trave incastrata appoggiata ed in riferimento all'elemento centrale (più lungo, quindi lo scarico maggiore): $F=11,0$ kN; per gli elementi di bordo si applicherà $F/2=5,5$ kN. Adottandosi per detti controventi profili di non elevata inerzia è più che lecito, ed a vantaggio di sicurezza, verificare la travatura considerando le sole diagonali tese ed assumendo a priori come instabilizzate quelle compresse; risulta evidente che all'invertirsi della direzione del vento le diagonali tese risulteranno compresse e viceversa, senza alterare il risultato dei calcoli.

Si sceglie la sezione per le diagonali del controvento in base allo sforzo di trazione massimo che risulta (tabella alla pag seguente) $P=54,8$ kN in corrispondenza delle diagonali più esterne; si sceglie un angolare a lati uguali 40x5 con un area di 379 mm² ed una tensione massima risultante, al netto dei fori e considerata l'area resistente effettiva essendo l'angolare collegato su una sola ala, di 195 N/mm².

Essendo superflua la verifica dei correnti (i correnti della travatura in esame sono infatti i correnti superiori della capriata dimensionati e verificati per sollecitazioni molto maggiori) bisogna effettuare la verifica di stabilità per gli arcarecci compressi; ricordiamo che per gli arcarecci facenti parte del controvento di falda si era ipotizzato un profilo HE100-A dalla maggiore inerzia. Si verificheranno il montante 21 soggetto al maggior carico assiale ed il montante 22 soggetto ad un carico assiale leggermente minore ma sottoposto ad una maggiore azione flettente. La verifica si effettua in corrispondenza del massimo carico da vento, quindi per il generico arcareccio avremo che il carico flettente si calcola:

$$Q_d = 1,4(g'+g) + 1,5q_v = -0,742 \text{ kN / m}$$



| Asta | Tipo | P (kN) | L (mm) |
|------|----------|--------|--------|
| 1 | corrente | -24,7 | 2100 |
| 2 | corrente | -43,9 | 2100 |
| 3 | corrente | -57,7 | 2100 |
| 4 | corrente | -66,0 | 2100 |
| 5 | corrente | -68,7 | 2100 |
| 6 | corrente | -68,7 | 2100 |
| 7 | corrente | -66,0 | 2100 |
| 8 | corrente | -57,7 | 2100 |
| 9 | corrente | -43,9 | 2100 |
| 10 | corrente | -24,7 | 2100 |
| 11 | corrente | -38,4 | 2100 |
| 12 | corrente | -13,7 | 2100 |
| 13 | corrente | 5,5 | 2100 |
| 14 | corrente | 19,2 | 2100 |
| 15 | corrente | 27,5 | 2100 |
| 16 | corrente | 27,5 | 2100 |
| 17 | corrente | 19,2 | 2100 |
| 18 | corrente | 5,5 | 2100 |
| 19 | corrente | -13,7 | 2100 |
| 20 | corrente | -38,4 | 2100 |
| 21 | montante | -54,8 | 4200 |

| Asta | Tipo | P (kN) | L (mm) |
|------|-----------|--------|--------|
| 22 | montante | -49,1 | 4200 |
| 23 | montante | -38,2 | 4200 |
| 24 | montante | -27,3 | 4200 |
| 25 | montante | -16,4 | 4200 |
| 26 | montante | -10,9 | 4200 |
| 27 | montante | -16,4 | 4200 |
| 28 | montante | -27,3 | 4200 |
| 29 | montante | -38,2 | 4200 |
| 30 | montante | -49,1 | 4200 |
| 31 | montante | -54,8 | 4200 |
| 42 | diagonale | 54,8 | 4696 |
| 43 | diagonale | 42,7 | 4696 |
| 44 | diagonale | 30,5 | 4696 |
| 45 | diagonale | 18,3 | 4696 |
| 46 | diagonale | 6,0 | 4696 |
| 48 | diagonale | 6,0 | 4696 |
| 49 | diagonale | 18,3 | 4696 |
| 50 | diagonale | 30,5 | 4696 |
| 51 | diagonale | 42,7 | 4696 |
| 52 | diagonale | 54,8 | 4696 |

MONTANTE 22

possiamo effettuare la verifica di resistenza a presso-flessione:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = 45,6 N / mm^2 < f_{sd}$$

si esegue poi la verifica di stabilità con il momento equivalente $M_{eq} = 1,06 kNm$ e per la quale utilizziamo il coefficiente amplificativo ω che in ragione della snellezza del profilo risulta pari a 2,08; il coefficiente N/N_{cr} è pari a 0,121, la verifica risulta:

$$\omega \frac{N}{A} + \frac{M_{eq}}{\psi W \left(1 - \nu \frac{N}{N_{cr}} \right)} = 64,7 N / mm^2 < f_{sd}$$

MONTANTE 21

Per il montante laterale abbiamo che il carico flettente è $Q_d = -0,2 \text{ kN/m}$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = 31,9 \text{ N/mm}^2 < f_{sd}$$

$$M_{eq} = 0,29 \text{ kNm}; N/N_{cr} = 0,135$$

$$\omega \frac{N}{A} + \frac{M_{eq}}{\psi W \left(1 - \nu \frac{N}{N_{cr}} \right)} = 58,4 \text{ N/mm}^2 < f_{sd}$$

Infine si calcola il numero di bulloni necessario per collegare le diagonali di controvento, considerando che avendo una sola sezione resistente il singolo bullone di classe 4.6 può resistere con un'azione di 19,2 kN.

| Asta | Tipo | P (kN) | n bulloni | e (mm) | F' (kN) | V _{max} (kN) | V _{rd} (kN) | σ _{rit} (N/mm ²) |
|------|-----------|--------|-----------|--------|---------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 42 | diagonale | 54,8 | 4 | 9 | 4 | 14,3 | 19,2 | 239 |
| 43 | diagonale | 42,7 | 3 | 9 | 5 | 15,0 | 19,2 | 250 |
| 44 | diagonale | 30,5 | 3 | 9 | 3 | 10,7 | 19,2 | 179 |
| 45 | diagonale | 18,3 | 2 | 9 | 4 | 10,0 | 19,2 | 167 |
| 46 | diagonale | 6,0 | 2 | 9 | 1 | 3,3 | 19,2 | 55 |
| 48 | diagonale | 6,0 | 2 | 9 | 1 | 3,3 | 19,2 | 55 |
| 49 | diagonale | 18,3 | 2 | 9 | 4 | 10,0 | 19,2 | 167 |
| 50 | diagonale | 30,5 | 3 | 9 | 3 | 10,7 | 19,2 | 179 |
| 51 | diagonale | 42,7 | 3 | 9 | 5 | 15,0 | 19,2 | 250 |
| 52 | diagonale | 54,8 | 4 | 9 | 4 | 14,3 | 19,2 | 239 |

Controvento longitudinale

Il controvento longitudinale si dimensiona per un'azione tagliante pari allo scarico delle travature costituita dai controventi di falda, si ipotizza cioè, a vantaggio di sicurezza, che le colonne siano incernierate al piede. La forza orizzontale agente sul controvento è quindi pari a 55kN per la travatura investita dal vento, 27,5kN per quella opposta, per un totale di 82,5kN. Considerando la sola diagonale tesa (si considera instabilizzata quella compressa) risulta che questa dovrà assorbire uno sforzo pari a 211 kN che si decide di affidare ad una coppia di angolari a lati uguali 60x5 con una tensione risultante, al netto dei fori, di 204 N/mm².