

**NUOVA S.S. 341 "GALLARATESE" - TRATTO DA SAMARATE A CONFINE  
CON LA PROVINCIA DI NOVARA - TRATTO NORD**

**STRALCIO FUNZIONALE DAL KM 6+500 (SVINCOLO S.S. 336 NORD)  
AL KM 8+844 (SVINCOLO AUTOSTRADA A8)  
"BRETELLA DI GALLARATE"**

**PROGETTO ESECUTIVO**

|                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                     |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |                                          | <b>ING. RENATO DEL PRETE</b>                                                        |    |  |  |
|                                                                                  | <b>Ing. Valerio Bajetti</b><br>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211                                          | <b>Ing. Renato Del Prete</b><br>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073      | <b>Arch. Nicoletta Frattini</b><br>Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433 | <b>Ing. Gabriele Incechi</b><br>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102   |  |
| <b>Ing. Renato Vaira</b><br>(Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4863 W) | <br>Società designata: <b>GA&amp;M</b> | <b>SETAC Srl</b><br>Servizi & Engineering<br>Trasporti Ambiente Costruzioni         | <b>ARKE' INGEGNERIA S.r.l.</b><br>Via Impresariole, Trapano n. 4 - 70126 Bari         | <b>DOTT. GEOL. DANILO GALLO</b>                                                     |  |
|                                                                                  | <b>Prof. Ing. Matteo Ranieri</b><br>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137                                        | <b>Prof. Ing. Luigi Monterisi</b><br>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771 | <b>Ing. Gioacchino Angarano</b><br>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970     | <b>Dott. Geol. Danilo Gallo</b><br>Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588   |  |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b><br><br>Dott. Ing. Giancarlo LUONGO | <b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b><br><br>Ing. Renato DEL PRETE | <b>IL PROGETTISTA FIRMATARIO DELLA PRESTAZIONE</b><br><br>Ing. Valerio BAJETTI | <b>GEOLOGO</b><br><br>Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI | <b>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b><br><br>Ing. Gaetano RANIERI |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**H003**

**OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI**

**VIADOTTO BRETELLA SS.336 - A8 -ASSE PRINCIPALE  
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO - CARREGGIATA SUD**

|                                                                                                       |  |  |                                                |  |                              |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------|--|------------------------------|---------------|
| <b>CODICE PROGETTO</b><br>PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.<br><b>MI533</b> <b>E</b> <b>1801</b> |  |  | <b>NOME FILE</b><br>H0003_P00VI01STRRE03_A.dwg |  | <b>REVISIONE</b><br><b>A</b> | <b>SCALA:</b> |
| <b>CODICE ELAB.</b>                                                                                   |  |  | <b>P00VI01STRRE03</b>                          |  | <b>A</b>                     |               |

|      |             |             |                   |                      |                       |
|------|-------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| C    |             |             |                   |                      |                       |
| B    |             |             |                   |                      |                       |
| A    | EMISSIONE   | LUGLIO 2021 | ING. RENATO VAIRA | ING. VALERIO BAJETTI | ING. RENATO DEL PRETE |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA        | REDATTO           | VERIFICATO           | APPROVATO             |

## SOMMARIO

|       |                                                                                             |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | VERIFICA DEI COLLEGAMENTI BULLONATI .....                                                   | 2  |
| 1.1   | Diaframmi in campata – Giunto bullonato corrente inferiore 2L 180x20.....                   | 3  |
| 1.2   | Diaframmi in campata – Giunto bullonato corrente superiore 2L 180x20.....                   | 4  |
| 1.3   | Diaframmi in campata – Giunto bullonato elementi diagonali 2L 250x25.....                   | 5  |
| 1.4   | Diaframma su sostegni a V – Giunto bullonato correnti inferiori 2 UPN 400 .....             | 6  |
| 1.5   | Diaframma su sostegni a V – Giunto bullonato correnti superiori 2 UPN 400 .....             | 7  |
| 1.6   | Diaframma su sostegni a V – Giunto bullonato diagonali 2 UPN 400 .....                      | 8  |
| 1.7   | Diaframma su sostegni a V – Giunto bullonato puntoni verticali 2 UPN 400.....               | 9  |
| 1.8   | Giunto bullonato controventi superiori (A): 2L 180x18 .....                                 | 10 |
| 1.9   | Giunto bullonato controventi superiori (B): 2L 150x15 .....                                 | 11 |
| 1.10  | Giunto bullonato controventi inferiori (A): 2L 120x12 .....                                 | 12 |
| 1.11  | Giunto bullonato controventi inferiori (B): 2L 150x18 .....                                 | 13 |
| 1.12  | Giunto bullonato controventi inferiori (C): 2L 180x20 .....                                 | 14 |
| 1.13  | Giunto bullonato controventi sostegni a "V": 2L 200x20 .....                                | 15 |
| 2     | CONTROMONTE TRAVI PRINCIPALI.....                                                           | 16 |
| 3     | APPOGGI IN ACCIAIO/TEFLON.....                                                              | 18 |
| 3.1   | Reazioni agli appoggi .....                                                                 | 18 |
| 3.2   | Deformazioni longitudinali massime/minime .....                                             | 26 |
| 4     | ISOLATORI SISMICI .....                                                                     | 26 |
| 5     | VERIFICHE TRASVERSALI DELLA SOLETTA .....                                                   | 27 |
| 5.1   | Verifica delle lastre prefabbricate in fase costruttiva .....                               | 27 |
| 5.1.1 | Verifica lastra a sbalzo, sezione corrente.....                                             | 28 |
| 5.1.2 | Verifica lastra a sbalzo, sezione allargata: lato esterno tra P3 e P4 – 1° fase di getto .. | 29 |
| 5.1.3 | Verifica lastra a sbalzo, sezione allargata: lato esterno tra P3 e P4 – 2° fase di getto .. | 30 |
| 5.1.4 | Verifica lastra appoggiata tra le travi .....                                               | 31 |
| 5.2   | Verifica in esercizio - Sbalzo laterale corrente .....                                      | 32 |
| 5.3   | Verifica in esercizio - Sbalzo laterale esterno in allargamento .....                       | 39 |
| 5.4   | Verifica in esercizio - Sbalzo laterale – Zona in prossimità dei giunti .....               | 45 |
| 5.5   | Verifica in esercizio - Soletta interna tra le travi .....                                  | 53 |
| 5.6   | Soletta – Armature necessarie per taglio longitudinale .....                                | 64 |
| 6     | VERIFICA DEI CONTENUTI DEL PAR. 10.2 DELLE NTC 2018 .....                                   | 73 |
| 7     | SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P .....                                      | 74 |
| 8     | ALLEGATO - PROGRAMMA DI CALCOLO MIDAS/CIVIL – DATI DI INPUT .....                           | 75 |

## 1 VERIFICA DEI COLLEGAMENTI BULLONATI

Per le unioni bullonate dei diaframmi, oltre alla verifica a taglio e rifollamento, si effettua la verifica dell'unione ad attrito allo SLE; si ammette (ipotesi di progetto) che allo SLU l'unione ad attrito possa non essere verificata (unioni di Categoria B, secondo EN 1993-1-8:2005, § 3.4).

Le unioni bullonate dei controventi si verificano unicamente a taglio e rifollamento (Categoria A).

Si utilizzano bulloni di classe 10.9; si suppone che il piano di taglio interessi la parte filettata del bullone e si considera quindi l'area resistente efficace.

Seguono i dati generali, comuni a tutti i collegamenti.

Qualità acciaio:

| Tipo      | Classe | Spessore $t \leq 40$ mm       |                               | Spessore $40$ mm $< t \leq 80$ mm |                               |
|-----------|--------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|           |        | $f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]     | $f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Profilati | S355 W | 355                           | 510                           | 335                               | 490                           |
| Lamiere   | S355 W | 355                           | 510                           | 335                               | 490                           |

Coefficienti parziali di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2018; Tab. 4.2.XII):

Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese, indebolite dai fori:  $\gamma_{M2} = 1.25$

Resistenza allo scorrimento allo SLU:  $\gamma_{M3} = 1.25$

Resistenza allo scorrimento allo SLE:  $\gamma_{M3} = 1.10$

Precarico bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9):  $\gamma_{M7} = 1.10$

Dati meccanici e geometrici dei bulloni classe 10.9.

Resistenza di snervamento:  $f_{yb} = 900$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza di rottura:  $f_{tb} = 1000$  N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  (superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine)

| Diametro nominale                | d [mm]                       | M16   | M20   | M24   | M27   | M36   |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Diametro fori (normali)          | $d_0$ [mm]                   | 17    | 21    | 25.5  | 28.5  | 37.5  |
| Area nominale                    | A [mm <sup>2</sup> ]         | 201   | 314   | 452   | 573   | 1018  |
| Area res. (gambo filettato)      | $A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ] | 157   | 245   | 353   | 459   | 817   |
| Resistenza a taglio SLU          | $F_{v,Rd}$ [kN]              | 62.7  | 97.9  | 141   | 183.8 | 326.7 |
| Forza di precarico (controllato) | $F_{p,Cd}$ [kN]              | 109.7 | 171.4 | 246.7 | 321.6 | 571.7 |
| Resistenza a scorrimento SLU     | $F_{s,Rd}$ [kN]              | 26.3  | 41.1  | 59.2  | 77.2  | 137.2 |
| Resistenza a scorrimento SLE     | $F_{s,Rd,es}$ [kN]           | 29.9  | 46.7  | 67.3  | 87.7  | 155.9 |

Si nota che nel caso di sezioni miste acciaio/cl. le sollecitazioni assiali e flessionali sono relative alla sola trave in acciaio mentre le sollecitazioni taglianti sono quelle totali in quanto si trascura il contributo della soletta al taglio.

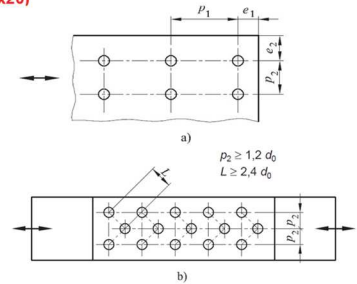
## 1.1 Diaframmi in campata – Giunto bullonato corrente inferiore 2L 180x20

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### DIAGRAMMI IN CAMPATA - CORRENTI INFERIORI (2 L 180x20)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M5} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$



Dati geometrici bulloni:  
 Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  
 $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio: il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN  
 Resistenza a scorrimento: coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  - superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine

(solo classi 8.8 o 10.9)  
 tipo di serraggio: **controllato**  
 forza di precarico:  $F_{p,Cd} = 321.58$  kN  
 resistenza allo SLU (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd} = 77.18$  kN  
 resistenza allo SLE (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd,es} = 87.70$  kN

Dati profili e lamiere:  
 Spessore nominale dell'elemento  

|                                        | $t \leq 40$ mm       |                      | $40$ mm $< t \leq 80$ mm |                      |     |
|----------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----|
|                                        | $f_{yk}$             | $f_{tk}$             | $f_{yk}$                 | $f_{tk}$             |     |
|                                        | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ]     | [N/mm <sup>2</sup> ] |     |
| Qualità acciaio profilati:             | <b>S 355 W</b>       | 355                  | 510                      | 335                  | 490 |
| Qualità acciaio lamiera / copriuganti: | <b>S 355 W</b>       | 355                  | 510                      | 335                  | 490 |

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica  
 UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Dati geometrici bulloni:  
 Disposizione dei fori: **b) File sfalsate**  
 Numero file di bulloni: **2**  
 Numero bulloni per fila: **4**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 100$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 50$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 93.4 175 mm  
 34.2 175 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici profilati:  
 Numero profilati: **2**  
 Spessore flangia bullonata: **20** mm  
 Area sezione profilato: **6835** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 65$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 34.2 160 mm  
 34.2 160 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici lamiera / copriuganti:  
 Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **20** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 65$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 34.2 160 mm  
 34.2 160 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):  

|        | $N_{Ed}$       | $Vz_{Ed}$    | $M_{yEd}$    |
|--------|----------------|--------------|--------------|
|        | [kN]           | [kN]         | [kN.m]       |
| S.L.U. | <b>1252.85</b> | <b>-7.76</b> | <b>11.06</b> |
| S.L.E. | <b>944.58</b>  | <b>-5.75</b> | <b>8.30</b>  |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 83.46$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{83.46}{183.76} = 0.454 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 83.46$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{s,Rd}} = \frac{83.46}{77.18} = 1.081 > 1$ : NON Verificato

S.L.E. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed,es} = 62.90$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed,es}}{F_{s,Rd,es}} = \frac{62.90}{87.70} = 0.717 \leq 1$ : Verificato

C.L.U. Verifica al rifollamento profilato:  
 coefficienti:  $\Gamma_{b,Ed} = 83.46$  kN  
 $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 257.7$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{83.46}{257.68} = 0.324 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:  
 coefficienti:  $F_{b,Ed} = 166.92$  kN  
 $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 257.7$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{166.92}{257.68} = 0.648 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:  
 Area netta:  $A_{net} = 12530$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 4601.02$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{1252.85}{4601.02} = 0.272 \leq 1$ : Verificato

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.

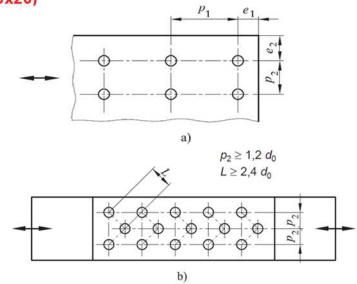
## 1.2 Diaframmi in campata – Giunto bullonato corrente superiore 2L 180x20

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### DIAGRAMMI IN CAMPATA - CORRENTI SUPERIORI (2 L 180x20)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M5} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$



Dati geometrici bulloni:  
 Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  
 $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio: il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN  
 Resistenza a scorrimento: coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  - superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine

(solo classi 8.8 o 10.9)  
 tipo di serraggio: **controllato**  
 forza di precarico:  $F_{p,Cd} = 321.58$  kN  
 resistenza allo SLU (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd} = 77.18$  kN  
 resistenza allo SLE (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd,es} = 87.70$  kN

Dati profili e lamiere:  
 Spessore nominale dell'elemento  

|                                        | $t \leq 40$ mm       |                      | $40$ mm $< t \leq 80$ mm |                      |     |
|----------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----|
|                                        | $f_{yk}$             | $f_{tk}$             | $f_{yk}$                 | $f_{tk}$             |     |
|                                        | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ]     | [N/mm <sup>2</sup> ] |     |
| Qualità acciaio profilati:             | <b>S 355 W</b>       | 355                  | 510                      | 335                  | 490 |
| Qualità acciaio lamiera / copriuganti: | <b>S 355 W</b>       | 355                  | 510                      | 335                  | 490 |

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica  
 UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Dati geometrici bulloni:  
 Disposizione dei fori: **b) File sfalsate**  
 Numero file di bulloni: **2**  
 Numero bulloni per fila: **4**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 100$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 50$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 93.4 175 mm  
 34.2 175 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici profilati:  
 Numero profilati: **2**  
 Spessore flangia bullonata: **20** mm  
 Area sezione profilato: **6835** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 65$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 34.2 160 mm  
 34.2 160 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici lamiera / copriuganti:  
 Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **20** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 65$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 34.2 160 mm  
 34.2 160 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):  

|        | $N_{Ed}$       | $Vz_{Ed}$   | $My_{Ed}$     |
|--------|----------------|-------------|---------------|
|        | [kN]           | [kN]        | [kN.m]        |
| S.L.U. | <b>1589.40</b> | <b>8.26</b> | <b>-13.49</b> |
| S.L.E. | <b>1233.03</b> | <b>6.18</b> | <b>-10.29</b> |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 105.50$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{105.50}{183.76} = 0.574 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 105.50$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{s,Rd}} = \frac{105.50}{77.18} = 1.367 > 1$ : NON Verificato

S.L.E. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed,es} = 81.73$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed,es}}{F_{s,Rd,es}} = \frac{81.73}{87.70} = 0.932 \leq 1$ : Verificato

C.L.U. Verifica al rifollamento profilato:  
 coefficienti:  $\Gamma_{b,Ed} = 105.50$  kN  
 $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 257.7$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{105.50}{257.68} = 0.409 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:  
 coefficienti:  $F_{b,Ed} = 211.01$  kN  
 $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 257.7$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{211.01}{257.68} = 0.819 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori: Area netta:  $A_{net} = 12530$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 4601.02$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{1589.40}{4601.02} = 0.345 \leq 1$ : Verificato

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.

### 1.3 Diaframmi in campata – Giunto bullonato elementi diagonali 2L 250x25

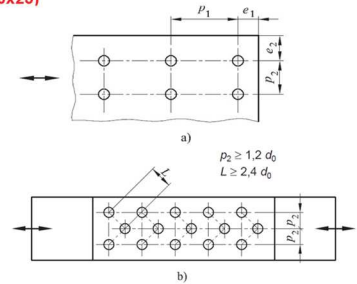
#### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

#### DIAGRAMMI IN CAMPATA - CORRENTI DIAGONALI (2 L 250x25)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M5} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$

Dati geometrici bulloni:  
 Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  
 $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>



Resistenza a taglio: il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN  
 Resistenza a scorrimento: coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  - superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine

(solo classi 8.8 o 10.9) tipo di serraggio: **controllato**  
 forza di precarico:  $F_{p,Cd} = 321.58$  kN  
 resistenza allo SLU (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd} = 77.18$  kN  
 resistenza allo SLE (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd,es} = 87.70$  kN

Dati profili e lamiere:  
 Spessore nominale dell'elemento  

|  | t ≤ 40 mm            |                      | 40 mm < t ≤ 80 mm    |                      |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|  | $f_{yk}$             | $f_{tk}$             | $f_{yk}$             | $f_{tk}$             |
|  | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] |

Qualità acciaio profilati: **S 355 W** 355 510 335 490 UNI EN 10025-5; acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica  
 Qualità acciaio lamiera / copriuganti: **S 355 W** 355 510 335 490 UNI EN 10025-5; acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Dati geometrici bulloni:  
 Disposizione dei fori: **a) File parallele**  
 Numero file di bulloni: **2**  
 Numero bulloni per fila: **4**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 70$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 80$  mm  
 Limiti massimi e minimi:  
 Min. Max.  
 62.7 175 mm  
 68.4 175 mm  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici profilati:  
 Numero profilati: **2**  
 Spessore flangia bullonata: **25** mm  
 Area sezione profilato: **11910** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 85$  mm  
 Limiti massimi e minimi:  
 Min. Max.  
 34.2 200 mm  
 34.2 200 mm  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici lamiera / copriuganti:  
 Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **20** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 85$  mm  
 Limiti massimi e minimi:  
 Min. Max.  
 34.2 160 mm  
 34.2 160 mm  
 Entro limiti: Verificato

Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):  

|        | $N_{Ed}$ [kN] | $Vz_{Ed}$ [kN] | $My_{Ed}$ [kN.m] |
|--------|---------------|----------------|------------------|
| S.L.U. | -1198.67      | 11.60          | -23.02           |
| S.L.E. | -890.30       | 8.66           | -17.47           |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 84.83$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{84.83}{183.76} = 0.462 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 84.83$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{s,Rd}} = \frac{84.83}{77.18} = 1.099 > 1$ : NON Verificato

S.L.E. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed,es} = 63.20$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed,es}}{F_{s,Rd,es}} = \frac{63.20}{87.70} = 0.721 \leq 1$ : Verificato

C.L.U. Verifica al rifollamento profilato:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 322.1$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{84.83}{322.11} = 0.263 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 257.7$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{169.65}{257.68} = 0.658 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:  
 Area netta:  $A_{net} = 20970$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 7700.18$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{0.00}{7700.18} = 0.000$  N.A.

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.

## 1.4 Diaframma su sostegni a V – Giunto bullonato correnti inferiori 2 UPN 400

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### DIAGRAMMI SU SOSTEGNI A V - CORRENTI INFERIORI (2 UPN 400)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  $\gamma_{M2} = 1.25$   
 Resistenza a scorrimento allo SLU  $\gamma_{M3} = 1.25$   
 Resistenza a scorrimento allo SLE  $\gamma_{M3} = 1.10$   
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)  $\gamma_{M7} = 1.10$

Dati geometrici bulloni:  
 Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  $d_0 = 28.5$  mm  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio: il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN  
 Resistenza a scorrimento: coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  - superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine

(solo classi 8.8 o 10.9) tipo di serraggio: **controllato**  
 forza di precarico:  $F_{p,Cd} = 321.58$  kN  
 resistenza allo SLU (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd} = 77.18$  kN  
 resistenza allo SLE (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd,es} = 87.70$  kN

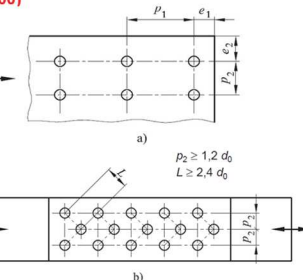
Dati profili e lamiere:  
 Spessore nominale dell'elemento  

| tyk                                    | t ≤ 40 mm            |                      | 40 mm < t ≤ 80 mm    |                      |     |
|----------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----|
|                                        | tyk                  | ttk                  | tyk                  | ttk                  |     |
| [N/mm <sup>2</sup> ]                   | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] |     |
| Qualità acciaio profilati:             | S 355 W              | 355                  | 510                  | 335                  | 490 |
| Qualità acciaio lamiere / coprigiunti: | S 355 W              | 355                  | 510                  | 335                  | 490 |

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Dati geometrici bulloni: Disposizione dei fori: **a) File parallele**

|                                              | Min.   | Max.   | Limiti massimi e minimi |        |
|----------------------------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|
|                                              |        |        | Min.                    | Max.   |
| Numero file di bulloni:                      | 3      |        |                         |        |
| Numero bulloni per fila:                     | 3      |        |                         |        |
| Numero superfici di taglio:                  | 2      |        |                         |        |
| Interassi: $p_1 =$                           | 70 mm  | 175 mm | 62.7                    | 175 mm |
| (per fila singola porre: $p_2 = 0$ ) $p_2 =$ | 120 mm | 175 mm | 68.4                    | 175 mm |



Dati geometrici profilati:  
 Numero profilati: **2**  
 Spessore fangia bullonata: **13.5** mm  
 Area sezione profilato: **9150** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 80$  mm

|                                     | Min.  | Max.   | Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------------------|-------|--------|-------------------------|--------|
|                                     |       |        | Min.                    | Max.   |
| Distanze bulloni dal bordo: $e_1 =$ | 40 mm | 125 mm | 34.2                    | 125 mm |
| $e_2 =$                             | 80 mm | 125 mm | 34.2                    | 125 mm |

Dati geometrici lamiere / coprigiunti:  
 Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **30** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 80$  mm

|                                     | Min.  | Max.   | Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------------------|-------|--------|-------------------------|--------|
|                                     |       |        | Min.                    | Max.   |
| Distanze bulloni dal bordo: $e_1 =$ | 40 mm | 240 mm | 34.2                    | 240 mm |
| $e_2 =$                             | 80 mm | 240 mm | 34.2                    | 240 mm |

|                                            | $N_{Ed}$<br>[kN] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kN.m] |
|--------------------------------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| Sollecitazioni di progetto (trazione > 0): |                  |                    |                      |
| S.L.U.                                     | 724.54           | 31.24              | -58.49               |
| S.L.E.                                     | 551.09           | 23.25              | -42.96               |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 73.18$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{73.18}{183.76} = 0.398 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 73.18$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{s,Rd}} = \frac{73.18}{77.18} = 0.948 \leq 1$ : Verificato

S.L.E. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed,es} = 54.77$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed,es}}{F_{s,Rd,es}} = \frac{54.77}{87.70} = 0.624 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.500$ ,  $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 173.9$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{73.18}{173.94} = 0.421 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiere:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.500$ ,  $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 386.5$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{146.36}{386.53} = 0.379 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:  
 Area netta:  $A_{net} = 15991.5$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 5872.08$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{724.54}{5872.08} = 0.123 \leq 1$ : Verificato

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria C: connessioni ad attrito allo S.L.U.

## 1.5 Diaframma su sostegni a V – Giunto bullonato correnti superiori 2 UPN 400

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### DIAGRAMMI SU SOSTEGNI A V - CORRENTI SUPERIORI (2 UPN 400)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  $\gamma_{M2} = 1.25$   
 Resistenza a scorrimento allo SLU  $\gamma_{M3} = 1.25$   
 Resistenza a scorrimento allo SLE  $\gamma_{M3} = 1.10$   
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)  $\gamma_{M7} = 1.10$

Dati geometrici bulloni:  
 Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  $d_0 = 28.5$  mm  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio: il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN  
 Resistenza a scorrimento: coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  - superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine

(solo classi 8.8 o 10.9) tipo di serraggio: **controllato**  
 forza di precarico:  $F_{p,Cd} = 321.58$  kN  
 resistenza allo SLU (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd} = 77.18$  kN  
 resistenza allo SLE (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd,es} = 87.70$  kN

Dati profili e lamiere:  
 Spessore nominale dell'elemento  

|  | $t \leq 40$ mm       | $40$ mm $< t \leq 80$ mm |
|--|----------------------|--------------------------|
|  | $f_{yk}$             | $f_{tk}$                 |
|  | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ]     |

Qualità acciaio profilati: **S 355 W** 355 510 335 490 UNI EN 10025-5; acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica  
 Qualità acciaio lamiera / coprigiunti: **S 355 W** 355 510 335 490 UNI EN 10025-5; acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Dati geometrici bulloni:  
 Disposizione dei fori: **a) File parallele**  
 Numero file di bulloni: **4**  
 Numero bulloni per fila: **4**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 70$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 80$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 62.7 175 mm  
 68.4 175 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici profilati:  
 Numero profilati: **2**  
 Spessore flangia bullonata: **13.5** mm  
 Area sezione profilato: **9150** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 80$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 34.2 125 mm  
 34.2 125 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Dati geometrici lamiera / coprigiunti:  
 Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **30** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 80$  mm  
 Limiti massimi e minimi  
 Min. Max.  
 34.2 240 mm  
 34.2 240 mm  
 Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):  

|        | $N_{Ed}$ [kN] | $Vz_{Ed}$ [kN] | $My_{Ed}$ [kN.m] |
|--------|---------------|----------------|------------------|
| S.L.U. | 2106.82       | 39.38          | -85.56           |
| S.L.E. | 1625.50       | 28.84          | -63.17           |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 91.03$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{91.03}{183.76} = 0.495 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 91.03$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{s,Rd}} = \frac{91.03}{77.18} = 1.179 > 1$ : NON Verificato

S.L.E. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed,es} = 69.34$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed,es}}{F_{s,Rd,es}} = \frac{69.34}{87.70} = 0.791 \leq 1$ : Verificato

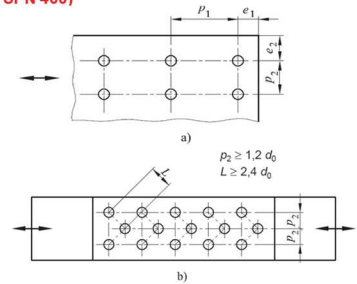
C.L.U. Verifica al rifollamento profilato:  
 coefficienti:  $\Gamma_{b,Ed} = 91.03$  kN  
 $k_1 = 2.230$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 155.1$  kN  
 Verifica:  $\frac{\Gamma_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{91.03}{155.1} = 0.587 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:  
 coefficienti:  $F_{b,Ed} = 182.07$  kN  
 $k_1 = 2.230$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 344.8$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{182.07}{344.75} = 0.528 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori: Area netta:  $A_{net} = 15222$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 5589.52$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{2106.82}{5589.52} = 0.377 \leq 1$ : Verificato

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.





## 1.6 Diaframma su sostegni a V – Giunto bullonato diagonali 2 UPN 400

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### DIAGRAMMI SU SOSTEGNI A V - DIAGONALI (2 UPN 400)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  $\gamma_{M2} = 1.25$   
 Resistenza a scorrimento allo SLU  $\gamma_{M3} = 1.25$   
 Resistenza a scorrimento allo SLE  $\gamma_{M3} = 1.10$   
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)  $\gamma_{M7} = 1.10$

Dati geometrici bulloni:  
 Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  $d_0 = 28.5$  mm  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio: il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN  
 Resistenza a scorrimento: coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  - superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine

(solo classi 8.8 o 10.9) tipo di serraggio: **controllato**  
 forza di precarico:  $F_{p,Cd} = 321.58$  kN  
 resistenza allo SLU (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd} = 77.18$  kN  
 resistenza allo SLE (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd,es} = 87.70$  kN

Dati profili e lamiere:  
 Spessore nominale dell'elemento  

| tyk                                                   | t ≤ 40 mm            |                      | 40 mm < t ≤ 80 mm    |                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                                       | tyk                  | ttk                  | tyk                  | ttk                  |
| [N/mm <sup>2</sup> ]                                  | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Qualità acciaio profilati: <b>S 355 W</b>             | 355                  | 510                  | 335                  | 490                  |
| Qualità acciaio lamiere / coprigiunti: <b>S 355 W</b> | 355                  | 510                  | 335                  | 490                  |

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Dati geometrici bulloni:  
 Disposizione dei fori: **a) File parallele**  
 Numero file di bulloni: **4**  
 Numero bulloni per fila: **3**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 70$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 80$  mm

| Limiti massimi e minimi |      |                          |
|-------------------------|------|--------------------------|
| Min.                    | Max. |                          |
| 62.7                    | 175  | Entro limiti: Verificato |
| 68.4                    | 175  | Entro limiti: Verificato |

Dati geometrici profilati:  
 Numero profilati: **2**  
 Spessore fangia bullonata: **13.5** mm  
 Area sezione profilato: **9150** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 40$  mm

| Limiti massimi e minimi |      |                          |
|-------------------------|------|--------------------------|
| Min.                    | Max. |                          |
| 34.2                    | 125  | Entro limiti: Verificato |
| 34.2                    | 125  | Entro limiti: Verificato |

Dati geometrici lamiere / coprigiunti:  
 Numero lamiere: **1**  
 Spessore: **30** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 40$  mm

| Limiti massimi e minimi |      |                          |
|-------------------------|------|--------------------------|
| Min.                    | Max. |                          |
| 34.2                    | 240  | Entro limiti: Verificato |
| 34.2                    | 240  | Entro limiti: Verificato |

|                                            | $N_{Ed}$<br>[kN]      | $Vz_{Ed}$<br>[kN] | $My_{Ed}$<br>[kN.m] |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| Sollecitazioni di progetto (trazione > 0): | S.L.U. <b>1497.53</b> | <b>27.39</b>      | <b>-48.97</b>       |
|                                            | S.L.E. <b>1116.16</b> | <b>20.69</b>      | <b>-36.16</b>       |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 85.26$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{85.26}{183.76} = 0.464 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 85.26$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{s,Rd}} = \frac{85.26}{77.18} = 1.105 > 1$ : NON Verificato

S.L.E. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed,es} = 63.38$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed,es}}{F_{s,Rd,es}} = \frac{63.38}{87.70} = 0.723 \leq 1$ : Verificato

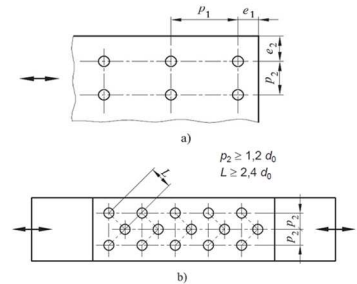
S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.230$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 155.1$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{85.26}{155.14} = 0.550 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiere:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.230$   
 $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 344.8$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{170.51}{344.75} = 0.495 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:  
 Area netta:  $A_{net} = 15222$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 5589.52$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{1497.53}{5589.52} = 0.268 \leq 1$ : Verificato

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.



## 1.7 Diaframma su sostegni a V - Giunto bullonato puntoni verticali 2 UPN 400

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

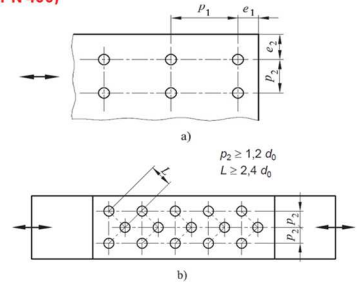
### DIAGRAMMI SU SOSTEGNI A V - PUNTONI VERTICALI (2 UPN 400)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$

#### Dati geometrici bulloni:

Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  $d_0 = 28.5$  mm  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>



#### Resistenza a taglio:

il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN

#### Resistenza a scorrimento:

coefficiente di attrito:  $\mu = 0.30$  - superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine

#### (solo classi 8.8 o 10.9)

tipo di serraggio: **controllato**  
 forza di precarico:  $F_{p,Cd} = 321.58$  kN  
 resistenza allo SLU (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd} = 77.18$  kN  
 resistenza allo SLE (per piano di scorrimento):  $F_{s,Rd,es} = 87.70$  kN

#### Dati profili e lamiere:

Spessore nominale dell'elemento

|  | $t \leq 40$ mm       | $40$ mm < $t \leq 80$ mm |                      |
|--|----------------------|--------------------------|----------------------|
|  | $t_{yk}$             | $t_{tk}$                 | $t_{tk}$             |
|  | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ]     | [N/mm <sup>2</sup> ] |

#### Qualità acciaio profilati:

**S 355 W** 355 510 335 490 UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Qualità acciaio lamiera / coprigiunti:

**S 355 W** 355 510 335 490 UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Dati geometrici bulloni:

Disposizione dei fori: **a) File parallele**

Numero file di bulloni: **3**  
 Numero bulloni per fila: **3**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 70$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 120$  mm

| Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------|--------|
| Min.                    | Max.   |
| 62.7                    | 175 mm |
| 68.4                    | 175 mm |

Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici profilati:

Numero profilati: **2**  
 Spessore flangia bullonata: **13.5** mm  
 Area sezione profilato: **9150** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 40$  mm

| Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------|--------|
| Min.                    | Max.   |
| 34.2                    | 125 mm |
| 34.2                    | 125 mm |

Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici lamiera / coprigiunti:

Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **30** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm  
 $e_2 = 40$  mm

| Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------|--------|
| Min.                    | Max.   |
| 34.2                    | 240 mm |
| 34.2                    | 240 mm |

Entro limiti: Verificato

#### Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):

|        | $N_{Ed}$<br>[kN] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kN.m] |
|--------|------------------|--------------------|----------------------|
| S.L.U. | -1146.58         | 14.90              | -31.56               |
| S.L.E. | -859.93          | 11.14              | -23.29               |

#### S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:

$F_{v,Ed} = 80.72$  kN Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{80.72}{183.76} = 0.439 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:

$F_{v,Ed} = 80.72$  kN Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{s,Rd}} = \frac{80.72}{77.18} = 1.046 > 1$ : NON Verificato

#### S.L.E. Verifica di resistenza a scorrimento bullone, singola superficie:

$F_{v,Ed,es} = 60.33$  kN Verifica:  $\frac{F_{v,Ed,es}}{F_{s,Rd,es}} = \frac{60.33}{87.70} = 0.688 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:

coefficienti:  $k_1 = 2.230$ ,  $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 80.72$  kN  
 $F_{b,Rd} = 155.1$  kN Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{80.72}{155.14} = 0.520 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:

coefficienti:  $k_1 = 2.230$ ,  $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 161.44$  kN  
 $F_{b,Rd} = 344.8$  kN Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{161.44}{344.75} = 0.468 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:

Area netta:  $A_{net} = 15991.5$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 5872.08$  kN Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{0.00}{5872.08} = 0.000$  N.A.

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.

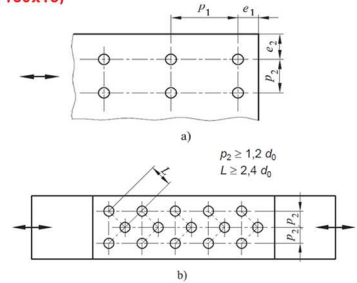
## 1.8 Giunto bullonato controventi superiori (A): 2L 180x18

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### CONTROVENTI SUPERIORI (FASE COSTRUTTIVA) - A (2 L 180x18)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$



#### Dati geometrici bulloni:

Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  
 $d_0 = 28.5$  mm  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  
 $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{td} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

#### Resistenza a taglio:

il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN

#### Dati profili e lamiere:

Spessore nominale dell'elemento

|  | $t \leq 40$ mm                   |                                  | $40$ mm $< t \leq 80$ mm         |                                  |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|  | $t_{yk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $t_{tk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $t_{yk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $t_{tk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |

Qualità acciaio profilati: **S 355 W**    355    510    335    490  
 UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Qualità acciaio lamiera / coprigiunti: **S 355 W**    355    510    335    490  
 UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Dati geometrici bulloni:

Disposizione dei fori: **b) File sfalsate**

Numero file di bulloni: **2**  
 Numero bulloni per fila: **3**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 100$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )     $p_2 = 50$  mm

Limiti massimi e minimi  
 Min.    Max.  
 93.4    175 mm  
 34.2    175 mm

Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici profilati:

Numero profilati: **2**  
 Spessore flangia bullonata: **18** mm  
 Area sezione profilato: **6191** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 50$  mm  
 $e_2 = 65$  mm

Limiti massimi e minimi  
 Min.    Max.  
 34.2    144 mm  
 34.2    144 mm

Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici lamiera / coprigiunti:

Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **20** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 50$  mm  
 $e_2 = 65$  mm

Limiti massimi e minimi  
 Min.    Max.  
 34.2    160 mm  
 34.2    160 mm

Entro limiti: Verificato

Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):

|        | $N_{Ed}$<br>[kN] | $Vz_{Ed}$<br>[kN] | $My_{Ed}$<br>[kN.m] |
|--------|------------------|-------------------|---------------------|
| S.L.U. | -1542.29         | 1.26              | 4.45                |
| S.L.E. | -1142.44         | 0.94              | 3.30                |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:

$F_{v,Ed} = 132.67$  kN    Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{132.67}{183.76} = 0.722 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:

coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.585$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 289.9$  kN    Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{132.67}{289.89} = 0.458 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:

coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.585$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 322.1$  kN    Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{265.34}{322.11} = 0.824 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:

Area netta:  $A_{net} = 11356$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 4169.92$  kN    Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{0.00}{4169.92} = 0.000$  N.A.

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria A: connessioni a contatto (a rifollamento)

## 1.9 Giunto bullonato controventi superiori (B): 2L 150x15

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### CONTROVENTI SUPERIORI (FASE COSTRUTTIVA) - B (2 L 150x15)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$

#### Dati geometrici bulloni:

Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  $d_0 = 28.5$  mm  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  $f_{yk} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{td} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

#### Resistenza a taglio:

il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN

#### Dati profili e lamiere:

Spessore nominale dell'elemento

| $t \leq 40$ mm       |                      | $40$ mm $< t \leq 80$ mm |                      |
|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| $f_{yk}$             | $f_{tk}$             | $f_{yk}$                 | $f_{tk}$             |
| [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ]     | [N/mm <sup>2</sup> ] |
| 355                  | 510                  | 335                      | 490                  |

#### Qualità acciaio profilati:

**S 355 W**

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Qualità acciaio lamiera / coprigiunti:

**S 355 W**

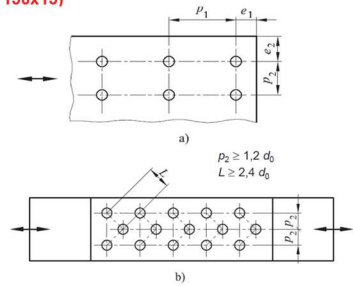
UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Dati geometrici bulloni:

Disposizione dei fori: **a) File parallele**

Numero file di bulloni: **1**  
 Numero bulloni per fila: **3**  
 Numero superfici di taglio: **2**  
 Interassi:  $p_1 = 70$  mm  
 (per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 0$  mm

| Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------|--------|
| Min.                    | Max.   |
| 62.7                    | 175 mm |
| 0                       | 0 mm   |



#### Dati geometrici profilati:

Numero profilati: **2**  
 Spessore flangia bullonata: **15** mm  
 Area sezione profilato: **4302** mm<sup>2</sup>  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 50$  mm  
 $e_2 = 50$  mm

| Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------|--------|
| Min.                    | Max.   |
| 34.2                    | 125 mm |
| 34.2                    | 125 mm |

#### Dati geometrici lamiera / coprigiunti:

Numero lamiera: **1**  
 Spessore: **20** mm  
 Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 50$  mm  
 $e_2 = 50$  mm

| Limiti massimi e minimi |        |
|-------------------------|--------|
| Min.                    | Max.   |
| 34.2                    | 160 mm |
| 34.2                    | 160 mm |

#### Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):

|        | $N_{Ed}$<br>[kN] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kN.m] |
|--------|------------------|--------------------|----------------------|
| S.L.U. | -828.24          | -0.48              | 1.62                 |
| S.L.E. | -613.51          | -0.36              | 1.20                 |

#### S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:

$F_{v,Ed} = 138.16$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{138.16}{183.76} = 0.752 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:

coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.569$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 138.16$  kN  
 $F_{b,Rd} = 234.9$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{138.16}{234.9} = 0.588 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:

coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.569$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 276.33$  kN  
 $F_{b,Rd} = 313.25$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{276.33}{313.25} = 0.882 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:

Area netta:  $A_{net} = 7749$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 2845.43$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{0.00}{2845.43} = 0.000$  N.A.

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria A: connessioni a contatto (a rifollamento)

## 1.10 Giunto bullonato controventi inferiori (A): 2L 120x12

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

### CONTROVENTI INFERIORI - A (2 L 120x12)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$

#### Dati geometrici bulloni:

Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  
 $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{tb} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

#### Resistenza a taglio:

il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} = 183.76$  kN

#### Dati profili e lamiere:

Spessore nominale dell'elemento

|                                        |                | t ≤ 40 mm                   |                             | 40 mm < t ≤ 80 mm           |                             |
|----------------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                        |                | tyk<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ttk<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | tyk<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ttk<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Qualità acciaio profilati:             | <b>S 355 W</b> | 355                         | 510                         | 335                         | 490                         |
| Qualità acciaio lamiera / copriuginti: | <b>S 355 W</b> | 355                         | 510                         | 335                         | 490                         |

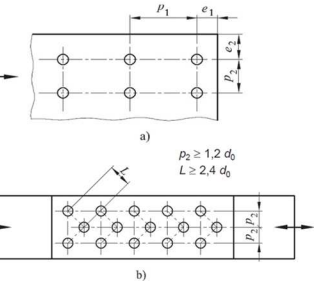
UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Dati geometrici bulloni:

Disposizione dei fori: **a) File parallele**

|                                      |               |  | Limiti massimi e minimi |        |
|--------------------------------------|---------------|--|-------------------------|--------|
|                                      |               |  | Min.                    | Max.   |
| Numero file di bulloni:              | <b>1</b>      |  |                         |        |
| Numero bulloni per fila:             | <b>3</b>      |  |                         |        |
| Numero superfici di taglio:          | <b>2</b>      |  |                         |        |
| Interassi:                           | $p_1 = 70$ mm |  | 62.7                    | 168 mm |
| (per fila singola porre: $p_2 = 0$ ) | $p_2 = 0$ mm  |  | 0                       | 0 mm   |



#### Dati geometrici profilati:

|                             |                             |  | Limiti massimi e minimi |        |
|-----------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|--------|
|                             |                             |  | Min.                    | Max.   |
| Numero profilati:           | <b>2</b>                    |  |                         |        |
| Spessore flangia bullonata: | <b>12</b> mm                |  |                         |        |
| Area sezione profilato:     | <b>2754</b> mm <sup>2</sup> |  |                         |        |
| Distanze bulloni dal bordo: | $e_1 = 40$ mm               |  | 34.2                    | 125 mm |
|                             | $e_2 = 60$ mm               |  | 34.2                    | 125 mm |

#### Dati geometrici lamiera / copriuginti:

|                             |               |  | Limiti massimi e minimi |        |
|-----------------------------|---------------|--|-------------------------|--------|
|                             |               |  | Min.                    | Max.   |
| Numero lamiera:             | <b>1</b>      |  |                         |        |
| Spessore:                   | <b>20</b> mm  |  |                         |        |
| Distanze bulloni dal bordo: | $e_1 = 40$ mm |  | 34.2                    | 160 mm |
|                             | $e_2 = 60$ mm |  | 34.2                    | 160 mm |

#### Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):

|        | $N_{Ed}$<br>[kN] | $Vz_{Ed}$<br>[kN] | $M_{yEd}$<br>[kN.m] |
|--------|------------------|-------------------|---------------------|
| S.L.U. | <b>675.89</b>    | <b>-0.34</b>      | <b>0.77</b>         |
| S.L.E. | <b>498.91</b>    | <b>-0.25</b>      | <b>0.57</b>         |

#### S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:

|                        |           |                                                                                 |
|------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{v,Ed} = 112.68$ kN | Verifica: | $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{112.68}{183.76} = 0.613 \leq 1$ : Verificato |
|------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|

#### S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:

|                             |                       |                                     |                                                                                 |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{b,Ed} = 112.68$ kN      | coefficienti:         | $k_1 = 2.500$<br>$\alpha_b = 0.468$ |                                                                                 |
| Resistenza al rifollamento: | $F_{b,Rd} = 154.6$ kN | Verifica:                           | $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{112.68}{154.61} = 0.729 \leq 1$ : Verificato |

#### S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:

|                             |                       |                                     |                                                                                 |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{b,Ed} = 225.37$ kN      | coefficienti:         | $k_1 = 2.500$<br>$\alpha_b = 0.468$ |                                                                                 |
| Resistenza al rifollamento: | $F_{b,Rd} = 257.7$ kN | Verifica:                           | $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{225.37}{257.68} = 0.875 \leq 1$ : Verificato |

#### S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:

|                                 |                                  |           |                                                                                |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Area netta:                     | $A_{net} = 4824$ mm <sup>2</sup> |           | $N_{Ed} = 675.89$                                                              |
| Resistenza della sezione netta: | $N_{U,Rd} = 1771.37$ kN          | Verifica: | $\frac{N_{Ed}}{N_{U,Rd}} = \frac{675.89}{1771.37} = 0.382 \leq 1$ : Verificato |

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.

## 1.11 Giunto bullonato controventi inferiori (B): 2L 150x18

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

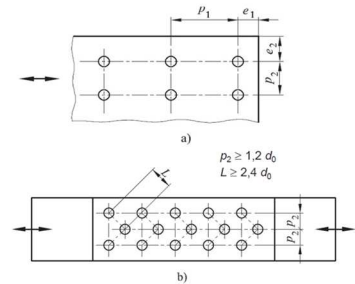
### CONTROVENTI INFERIORI - B (2 L 150x18)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$

#### Dati geometrici bulloni:

Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  $d_0 = 28.5$  mm  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  $f_{yk} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{td} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{td} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup> (filettata)  
 $F_{v,Rd} = 183.76$  kN



#### Resistenza a taglio:

il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} =$

#### Dati profili e lamiere:

Spessore nominale dell'elemento

|                                        | $t \leq 40$ mm       | $40$ mm $< t \leq 80$ mm |
|----------------------------------------|----------------------|--------------------------|
|                                        | $t_{yk}$             | $t_{tk}$                 |
|                                        | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ]     |
| Qualità acciaio profilati:             | <b>S 355 W</b> 355   | 510                      |
| Qualità acciaio lamiera / coprigiunti: | <b>S 355 W</b> 355   | 510                      |

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Dati geometrici bulloni:

Disposizione dei fori: **a) File parallele**

|                                      |               | Limiti massimi e minimi |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------|
|                                      |               | Min. Max.               |
| Numero file di bulloni:              | <b>1</b>      |                         |
| Numero bulloni per fila:             | <b>4</b>      |                         |
| Numero superfici di taglio:          | <b>2</b>      |                         |
| Interassi:                           | $p_1 = 70$ mm | 62.7 175 mm             |
| (per fila singola porre: $p_2 = 0$ ) | $p_2 = 0$ mm  | 0 0 mm                  |

Entro limiti: Verificato

Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici profilati:

|                             |                             | Limiti massimi e minimi |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                             |                             | Min. Max.               |
| Numero profilati:           | <b>2</b>                    |                         |
| Spessore flangia bullonata: | <b>18</b> mm                |                         |
| Area sezione profilato:     | <b>5103</b> mm <sup>2</sup> |                         |
| Distanze bulloni dal bordo: | $e_1 = 40$ mm               | 34.2 144 mm             |
|                             | $e_2 = 75$ mm               | 34.2 144 mm             |

Entro limiti: Verificato

Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici lamiera / coprigiunti:

|                             |               | Limiti massimi e minimi |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|
|                             |               | Min. Max.               |
| Numero lamiera:             | <b>1</b>      |                         |
| Spessore:                   | <b>20</b> mm  |                         |
| Distanze bulloni dal bordo: | $e_1 = 40$ mm | 34.2 160 mm             |
|                             | $e_2 = 75$ mm | 34.2 160 mm             |

Entro limiti: Verificato

Entro limiti: Verificato

#### Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):

|        | $N_{Ed}$ [kN]   | $V_{z,Ed}$ [kN] | $M_{y,Ed}$ [kN.m] |
|--------|-----------------|-----------------|-------------------|
| S.L.U. | <b>-1006.68</b> | <b>-1.05</b>    | <b>-2.74</b>      |
| S.L.E. | <b>-748.99</b>  | <b>-0.79</b>    | <b>-2.06</b>      |

#### S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:

$F_{v,Ed} = 125.98$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{125.98}{183.76} = 0.686 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:

Coefficienti:  $k_1 = 2.500$ ,  $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 125.98$  kN  
 $F_{b,Rd} = 231.9$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{125.98}{231.9} = 0.543 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:

Coefficienti:  $k_1 = 2.500$ ,  $\alpha_b = 0.468$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 251.96$  kN  
 $F_{b,Rd} = 257.68$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{251.96}{257.68} = 0.978 \leq 1$ : Verificato

#### S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:

Area netta:  $A_{net} = 9180$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 3370.90$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{0.00}{3370.90} = 0.000$  N.A.

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria **A**: connessioni a contatto (a rifollamento)

## 1.12 Giunto bullonato controventi inferiori (C): 2L 180x20

### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

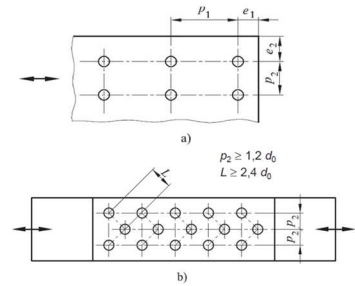
### CONTROVENTI INFERIORI - C (2 L 180x20)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  
 Resistenza a scorrimento allo SLU  
 Resistenza a scorrimento allo SLE  
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$

#### Dati geometrici bulloni:

Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  
 $f_{yk} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{td} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{td} = 183.76$  kN



#### Resistenza a taglio:

il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} =$

#### Dati profili e lamiere:

Spessore nominale dell'elemento

|                                        | $t \leq 40$ mm                   |                                  | $40$ mm $< t \leq 80$ mm         |                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                        | $f_{yk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{tk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{yk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{tk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Qualità acciaio profilati:             | <b>S 355 W</b>                   | 355                              | 510                              | 335                              |
| Qualità acciaio lamiera / coprigiunti: | <b>S 355 W</b>                   | 355                              | 510                              | 335                              |

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

#### Dati geometrici bulloni:

Disposizione dei fori: **b) File sfalsate**

|                                      |                |  | Limiti massimi e minimi |        |
|--------------------------------------|----------------|--|-------------------------|--------|
|                                      |                |  | Min.                    | Max.   |
| Numero file di bulloni:              | <b>2</b>       |  |                         |        |
| Numero bulloni per fila:             | <b>3</b>       |  |                         |        |
| Numero superfici di taglio:          | <b>2</b>       |  |                         |        |
| Interassi:                           | $p_1 = 100$ mm |  | 93.4                    | 175 mm |
| (per fila singola porre: $p_2 = 0$ ) | $p_2 = 50$ mm  |  | 34.2                    | 175 mm |

Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici profilati:

|                             |                             |  | Limiti massimi e minimi |        |
|-----------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|--------|
|                             |                             |  | Min.                    | Max.   |
| Numero profilati:           | <b>2</b>                    |  |                         |        |
| Spessore flangia bullonata: | <b>20</b> mm                |  |                         |        |
| Area sezione profilato:     | <b>6835</b> mm <sup>2</sup> |  |                         |        |
| Distanze bulloni dal bordo: | $e_1 = 50$ mm               |  | 34.2                    | 160 mm |
|                             | $e_2 = 65$ mm               |  | 34.2                    | 160 mm |

Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

#### Dati geometrici lamiera / coprigiunti:

|                             |               |  | Limiti massimi e minimi |        |
|-----------------------------|---------------|--|-------------------------|--------|
|                             |               |  | Min.                    | Max.   |
| Numero lamiera:             | <b>1</b>      |  |                         |        |
| Spessore:                   | <b>20</b> mm  |  |                         |        |
| Distanze bulloni dal bordo: | $e_1 = 50$ mm |  | 34.2                    | 160 mm |
|                             | $e_2 = 65$ mm |  | 34.2                    | 160 mm |

Entro limiti: Verificato  
 Entro limiti: Verificato

Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):

|        | $N_{Ed}$<br>[kN] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kN.m] |
|--------|------------------|--------------------|----------------------|
| S.L.U. | -1227.13         | -3.85              | -9.02                |
| S.L.E. | -910.76          | -2.89              | -6.76                |

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:  
 $F_{v,Ed} = 113.47$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{113.47}{183.76} = 0.617 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.585$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 113.47$  kN  
 $F_{b,Rd} = 322.1$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{113.47}{322.1} = 0.352 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiera:  
 coefficienti:  $k_1 = 2.500$   
 $\alpha_b = 0.585$   
 Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Ed} = 226.94$  kN  
 $F_{b,Rd} = 322.1$  kN  
 Verifica:  $\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{226.94}{322.1} = 0.705 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:  
 Area netta:  $A_{net} = 12530$  mm<sup>2</sup>  
 Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 4601.02$  kN  
 Verifica:  $\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{0.00}{4601.02} = 0.000$  N.A.

Categoria (verificata) di connessione bullonata a taglio (EN 1993-1-8:2005 § 3.4):

Categoria B: connessioni ad attrito allo S.L.E.

### 1.13 Giunto bullonato controventi sostegni a "V": 2L 200x20

#### VERIFICA CONNESSIONE BULLONATA A TAGLIO:

#### CONTROVENTI SOSTEGNI A "V" (2 L 200x20)

Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni (NTC 2008; Tab. 4.2.XII):  
 Resistenza dei bulloni e delle sezioni tese (indebolite dai fori)  $\gamma_{M2} =$   
 Resistenza a scorrimento allo SLU  $\gamma_{M3} =$   
 Resistenza a scorrimento allo SLE  $\gamma_{M3} =$   
 Precarico dei bulloni ad alta resistenza (classe 8.8 o 10.9)  $\gamma_{M7} =$

$\gamma_{M2} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.25$   
 $\gamma_{M3} = 1.10$   
 $\gamma_{M7} = 1.10$

Dati geometrici bulloni:

Diametro nominale:  $d = 27$  mm  
 Tipo fori: accoppiamento **normale**  
 Area nominale gambo non filettato:  $A = 573$  mm<sup>2</sup>  
 Area resistente gambo filettato:  $A_{res} = 459$  mm<sup>2</sup>  
 Classe bulloni: **10.9**  
 $f_{yb} = 900.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{td} = 1000.00$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio:

il piano di taglio interessa la parte:  
 resistenza allo SLU (per piano di taglio):  $F_{v,Rd} =$  **filettata**  
 183.76 kN

Dati profili e lamiere:

Spessore nominale dell'elemento

| $t \leq 40$ mm       | $t_K$                | $t_K$                | $40$ mm < $t \leq 80$ mm | $t_K$                | $t_K$                |
|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ]     | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] |

Qualità acciaio profilati:

**S 355 W** 355 510 335 490

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Qualità acciaio lamiere / coprigiunti:

**S 355 W** 355 510 335 490

UNI EN 10025-5: acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Dati geometrici bulloni:

Disposizione dei fori: **b) File sfalsate**

Numero file di bulloni: **2**

Numero bulloni per fila: **3**

Numero superfici di taglio: **2**

Interassi:  $p_1 = 100$  mm

(per fila singola porre:  $p_2 = 0$ )  $p_2 = 50$  mm

Limiti massimi e minimi

Min. Max.

93.4 175 mm

34.2 175 mm

Entro limiti: Verificato

Entro limiti: Verificato

Dati geometrici profilati:

Numero profilati: **2**

Spessore flangia bullonata: **20** mm

Area sezione profilato: **7635** mm<sup>2</sup>

Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm

$e_2 = 75$  mm

Limiti massimi e minimi

Min. Max.

34.2 160 mm

34.2 160 mm

Entro limiti: Verificato

Entro limiti: Verificato

Dati geometrici lamiere / coprigiunti:

Numero lamiere: **1**

Spessore: **20** mm

Distanze bulloni dal bordo:  $e_1 = 40$  mm

$e_2 = 75$  mm

Limiti massimi e minimi

Min. Max.

34.2 160 mm

34.2 160 mm

Entro limiti: Verificato

Entro limiti: Verificato

Sollecitazioni di progetto (trazione > 0):

$N_{Ed}$  [kN]

$V_{ZEd}$  [kN]

$M_{yEd}$  [kN.m]

S.L.U. -1293.02 0.50 -4.23

S.L.E. -905.63 0.42 -2.87

S.L.U. Verifica di resistenza a taglio bullone, singola superficie:

$F_{v,Ed} = 111.80$  kN

Verifica:

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{111.80}{183.76}$

$= 0.608 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento profilato:

coefficienti:  $k_1 = 2.500$

$\alpha_{tb} = 0.468$

Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 257.7$  kN

Verifica:

$\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{111.80}{257.68}$

$= 0.434 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica al rifollamento lamiere:

coefficienti:  $k_1 = 2.500$

$\alpha_{tb} = 0.468$

Resistenza al rifollamento:  $F_{b,Rd} = 257.7$  kN

Verifica:

$\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{223.61}{257.68}$

$= 0.868 \leq 1$ : Verificato

S.L.U. Verifica a trazione del profilato indebolito dai fori:

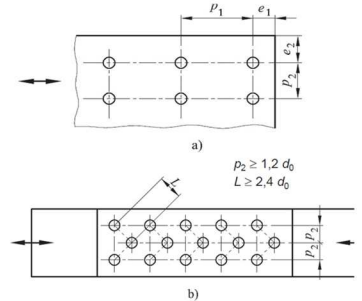
Area netta:  $A_{net} = 13490$  mm<sup>2</sup>

Resistenza della sezione netta:  $N_{u,Rd} = 4953.53$  kN

Verifica:

$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{0.00}{4953.53}$

$= 0.000$  N.A.

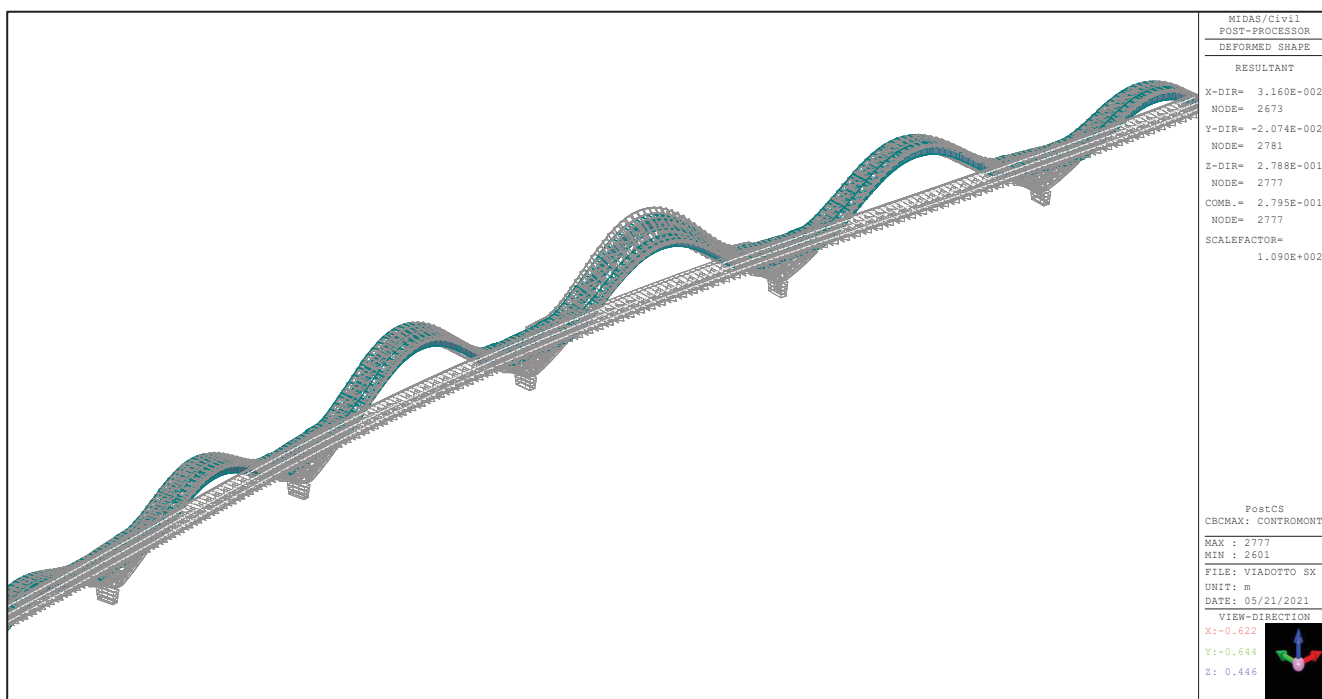




## 2 CONTROMONTE TRAVI PRINCIPALI

Le travature vengono realizzate con una controfrecchia pari all'inverso delle deformazioni permanenti (a tempo infinito) più il 25% dei carichi mobili (SLU); l'andamento dei singoli conci è rettilineo.

Le contromonte sono leggermente differenti per la trave esterna e la trave interno curva; si assume il valore medio eccetto che per il tratto tra la P3 e la P4 in cui la differenza diviene rilevante a causa del getto asimmetrico di allargamento.

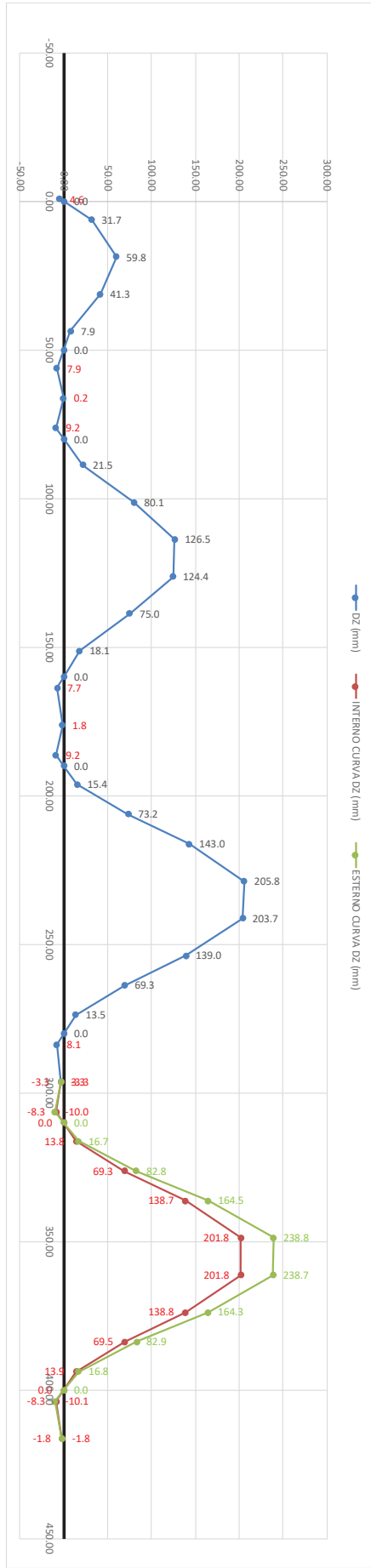
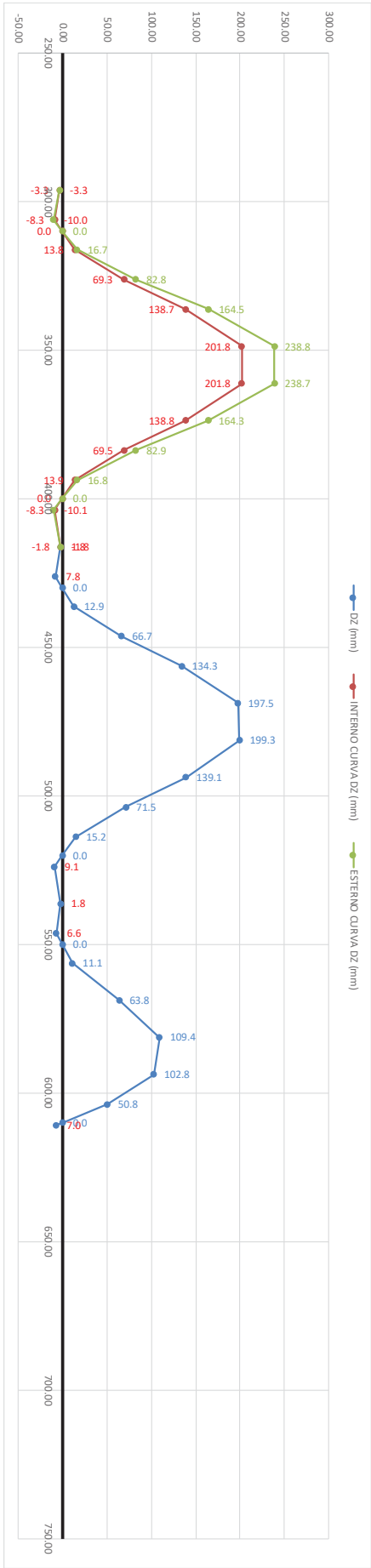


Contromonte

La deformata viene "rettificata" in modo da avere ordinate nulle in corrispondenza degli assi dei sostegni a "V"; nei diagramma seguenti sono riportate le deformazioni da imporre; lo sviluppo del viadotto è stato spezzato in due per maggior visibilità; la campata P3-P4 è ripetuta in entrambi i diagrammi:

ascisse: sviluppo da asse spalla A (x=0 m) ad asse spalla B (x=610 m)

ordinate: **contromonte (mm): media tra le travi: tutto il viadotto eccetto campata P3-P4**  
**contromonte (mm): trave interno curva (lato sud) campata P3-P4**  
**contromonte (mm): trave esterno curva (lato nord) campata P3-P4**



### 3 APPOGGI IN ACCIAIO/TEFLON

Lo schema di vincolo verticale del viadotto prevede su ogni struttura di supporto:

- lato interno curva (sud): appoggio uni-direzionale longitudinale
- lato esterno curva (nord): appoggio multi-direzionale.

#### 3.1 Reazioni agli appoggi

Si allegano tabelle delle reazioni massime e minime su ogni appoggio e delle rotazioni massime; i risultati massimi e minimi ottenuti sono qui riassunti.

Longitudinalmente si considera un coefficiente di attrito  $\nu = 0.03$ .

Spalle:

|                 |                                       |                                              |
|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| SLU statiche:   | Reazione verticale max:               | $V_{max} = -7049 \text{ kN}$                 |
|                 | Reazione verticale min.:              | $V_{min} = -2284 \text{ kN}$                 |
|                 | Reazione longitudinale max.(attrito): | $H_{long} = \pm 211 \text{ kN}$              |
|                 | Reazione trasversale max.(uni-dir):   | $H_{trasv} = \pm 650 \text{ kN}$             |
|                 | Rotazione max.                        | $R_{max} = 1.402 \times 10^{-2} \text{ rad}$ |
| SLE comb. rare: | Reazione verticale max:               | $V_{max} = -5194 \text{ kN}$                 |
|                 | Reazione verticale min.:              | $V_{min} = -1675 \text{ kN}$                 |
|                 | Reazione longitudinale max.(attrito): | $H_{long} = \pm 156 \text{ kN}$              |
|                 | Reazione trasversale max.(uni-dir):   | $H_{trasv} = \pm 437 \text{ kN}$             |
|                 | Rotazione max.                        | $R_{max} = 1.052 \times 10^{-2} \text{ rad}$ |
| SLV sismiche:   | Reazione verticale max:               | $V_{Smax} = -3409 \text{ kN}$                |
|                 | Reazione verticale min:               | $V_{Smin} = -1803 \text{ kN}$                |
|                 | Reazione longitudinale max.(attrito): | $H_{long} = \pm 102 \text{ kN}$              |
|                 | Reazione trasversale max.:            | $H_{Strasv} = \pm 482 \text{ kN}$            |
|                 | Rotazione max.                        | $R_{max} = 9.022 \times 10^{-3} \text{ rad}$ |
| SLC sismiche:   | Reazione verticale max:               | $V_{Smax} = -3487 \text{ kN}$                |
|                 | Reazione verticale min:               | $V_{Smin} = -1733 \text{ kN}$                |
|                 | Reazione longitudinale max.(attrito): | $H_{long} = \pm 105 \text{ kN}$              |
|                 | Reazione trasversale max.(uni-dir):   | $H_{Strasv} = \pm 593 \text{ kN}$            |
|                 | Rotazione max.                        | $R_{max} = 9.061 \times 10^{-3} \text{ rad}$ |

Pile:

|               |                                       |                                   |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| SLU statiche: | Reazione verticale max:               | $V_{max} = -39253 \text{ kN}$     |
|               | Reazione verticale min.:              | $V_{min} = -18328 \text{ kN}$     |
|               | Reazione longitudinale max.(attrito): | $H_{long} = \pm 1178 \text{ kN}$  |
|               | Reazione trasversale max.(uni-dir):   | $H_{trasv} = \pm 2663 \text{ kN}$ |

|                 |                                       |                                   |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
|                 | Rotazione max.                        | Rmax = 1.840x10 <sup>-3</sup> rad |
| SLE comb. rare: | Reazione verticale max:               | Vmax = -28890 kN                  |
|                 | Reazione verticale min.:              | Vmin = -13804 kN                  |
|                 | Reazione longitudinale max.(attrito): | Hlong = ±867 kN                   |
|                 | Reazione trasversale max.(uni-dir):   | Htrasv= ±1786 kN                  |
|                 | Rotazione max.                        | Rmax = 1.356x10 <sup>-3</sup> rad |
| SLV sismiche:   | Reazione verticale max:               | VSmax= -26146 kN                  |
|                 | Reazione verticale min:               | VSmin = -13341 kN                 |
|                 | Reazione longitudinale max.(attrito): | Hlong = ±784 kN                   |
|                 | Reazione trasversale max.(uni-dir):   | HStrasv = ±2416 kN                |
|                 | Rotazione max.                        | Rmax = 6.642x10 <sup>-4</sup> rad |
| SLC sismiche:   | Reazione verticale max:               | VSmax = -27409 kN                 |
|                 | Reazione verticale min:               | VSmin = -12092 kN                 |
|                 | Reazione longitudinale max.(attrito): | Hlong = ±822 kN                   |
|                 | Reazione trasversale max.(uni-dir):   | HStrasv= ±3033 kN                 |
|                 | Rotazione max.                        | Rmax = 6.833x10 <sup>-4</sup> rad |

Seguono tabulati.

#### REAZIONI APPOGGI IN ACCIAIO/TEFLON

##### STATI LIMITE ULTIMI - STATICI

| Tipo APPOGGIO    | Struttura   | No.  | Load                    | Node | VERT. Axial (kN) | TRASV. Shear-y (kN) | LONG. Shear-z (kN) | ROTAZIONE LONGIT. (rad) | ROTAZIONE TRASV. (rad) | ROTAZIONE RISULTANTE (rad) |
|------------------|-------------|------|-------------------------|------|------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Mobili(max)     | 3541 | -2559.57         | 434.23              | 0.03               | 9.218E-03               | 1.086E-03              | 9.282E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Vento(max)      | 3541 | -2582.82         | 613.58              | 0.03               | 8.518E-03               | 1.045E-03              | 8.582E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Frenamento(max) | 3541 | -2937.75         | 72.67               | 0.04               | 8.454E-03               | 7.431E-04              | 8.487E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Termico(max)    | 3541 | -2670.92         | 418.60              | 0.08               | 8.617E-03               | 1.024E-03              | 8.678E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Mobili(min)     | 3541 | -5957.44         | -424.88             | -0.14              | 6.236E-03               | -3.007E-04             | 6.243E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Vento(min)      | 3541 | -5106.12         | -607.70             | -0.13              | 6.412E-03               | -2.684E-04             | 6.418E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Frenamento(min) | 3541 | -4751.19         | -66.79              | -0.13              | 6.476E-03               | 3.331E-05              | 6.476E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla A DX | 3714 | GEN SLU Termico(min)    | 3541 | -5018.02         | -412.72             | -0.17              | 6.314E-03               | -2.480E-04             | 6.319E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Mobili(max)     | 3543 | -2283.61         | 0.00                | 0.03               | 8.869E-03               | 2.572E-04              | 8.873E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Vento(max)      | 3543 | -2315.73         | 0.00                | 0.03               | 8.171E-03               | 1.504E-04              | 8.172E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Frenamento(max) | 3543 | -2675.98         | 0.00                | 0.04               | 8.110E-03               | 4.062E-05              | 8.110E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Termico(max)    | 3543 | -2390.66         | 0.00                | 0.08               | 8.280E-03               | 2.147E-04              | 8.283E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Mobili(min)     | 3543 | -5719.57         | 0.00                | -0.13              | 5.851E-03               | -9.157E-04             | 5.922E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Vento(min)      | 3543 | -4885.50         | 0.00                | -0.12              | 6.035E-03               | -8.010E-04             | 6.088E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Frenamento(min) | 3543 | -4525.25         | 0.00                | -0.13              | 6.096E-03               | -6.912E-04             | 6.135E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla A SX | 3715 | GEN SLU Termico(min)    | 3543 | -4810.57         | 0.00                | -0.17              | 5.926E-03               | -8.653E-04             | 5.989E-03                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Mobili(max)     | 3542 | -3380.34         | 406.67              | 0.04               | -1.048E-02              | 1.237E-04              | 1.055E-02                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Vento(max)      | 3542 | -3409.63         | 618.40              | 0.04               | -1.068E-02              | 1.239E-03              | 1.075E-02                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Frenamento(max) | 3542 | -3782.84         | 42.83               | 0.04               | -1.071E-02              | 9.637E-04              | 1.075E-02                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Termico(max)    | 3542 | -3503.52         | 378.07              | 0.04               | -1.057E-02              | 1.263E-03              | 1.065E-02                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Mobili(min)     | 3542 | -7049.37         | -440.96             | 0.03               | -1.402E-02              | -4.087E-05             | 1.402E-02                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Vento(min)      | 3542 | -6078.08         | -650.30             | 0.03               | -1.304E-02              | -6.546E-05             | 1.304E-02                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Frenamento(min) | 3542 | -5704.87         | -74.74              | 0.03               | -1.301E-02              | 2.094E-04              | 1.301E-02                  |
| Spalle UNI-LONG  | Spalla B DX | 3716 | GEN SLU Termico(min)    | 3542 | -5984.18         | -409.98             | 0.03               | -1.315E-02              | -8.983E-05             | 1.315E-02                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Mobili(max)     | 3544 | -2856.63         | 0.00                | 0.04               | -9.720E-03              | 2.744E-05              | 9.720E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Vento(max)      | 3544 | -2907.51         | 0.00                | 0.04               | -9.927E-03              | -2.054E-05             | 9.927E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Frenamento(max) | 3544 | -3276.29         | 0.00                | 0.04               | -9.956E-03              | -1.078E-04             | 9.957E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Termico(max)    | 3544 | -3016.17         | 0.00                | 0.04               | -9.797E-03              | 8.439E-05              | 9.797E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Mobili(min)     | 3544 | -6478.51         | 0.00                | 0.03               | -1.328E-02              | -9.778E-04             | 1.332E-02                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Vento(min)      | 3544 | -5544.45         | 0.00                | 0.03               | -1.232E-02              | -9.031E-04             | 1.235E-02                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Frenamento(min) | 3544 | -5175.67         | 0.00                | 0.03               | -1.229E-02              | -8.158E-04             | 1.232E-02                  |
| Spalle MULTI-DIR | Spalla B SX | 3717 | GEN SLU Termico(min)    | 3544 | -5435.79         | 0.00                | 0.03               | -1.245E-02              | -1.008E-03             | 1.249E-02                  |
| Pila UNI-LONG    | Pila 1 DX   | 3718 | GEN SLU Mobili(max)     | 8035 | -19040.54        | 1317.61             | 0.03               | 1.541E-03               | 3.304E-04              | 1.576E-03                  |
| Pila UNI-LONG    | Pila 1 DX   | 3718 | GEN SLU Vento(max)      | 8035 | -18328.38        | 2026.62             | 0.03               | 1.128E-03               | 3.257E-04              | 1.174E-03                  |













VIADOTTO BRETELLA S.S. 336 – A8 – ASSE PRINCIPALE  
 CARREGGIATA NORD (GALLARATE-VANZAGHELLO) – RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPALCATO - VOLUME 2/2

|                       |           |      |                       |                        |                  |                |              |            |            |           |
|-----------------------|-----------|------|-----------------------|------------------------|------------------|----------------|--------------|------------|------------|-----------|
| Pile MULTI-DIR        | Pila 3 SX | 3723 | GEN FREQ Termico(min) | 8114                   | -21272.43        | 0.00           | -0.04        | 3.203E-04  | -1.139E-04 | 3.399E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX | 3724 | GEN FREQ Mobili(max)  | 8152                   | -17550.84        | 42.88          | 0.02         | 1.559E-04  | 5.550E-05  | 1.655E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX | 3724 | GEN FREQ Vento(max)   | 8152                   | -17399.72        | 344.50         | 0.02         | -2.216E-04 | 2.582E-05  | 2.231E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX | 3724 | GEN FREQ Termico(max) | 8152                   | -17959.95        | 5.52           | 0.02         | -2.210E-04 | -9.970E-06 | 2.212E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX | 3724 | GEN FREQ Mobili(min)  | 8152                   | -21037.47        | -70.56         | -0.02        | -6.461E-04 | -7.672E-05 | 6.506E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX | 3724 | GEN FREQ Vento(min)   | 8152                   | -18867.8         | -376.05        | -0.01        | -2.707E-04 | -5.436E-05 | 2.761E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX | 3724 | GEN FREQ Termico(min) | 8152                   | -18307.57        | -37.07         | -0.02        | -2.713E-04 | -1.856E-05 | 2.719E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX | 3725 | GEN FREQ Mobili(max)  | 8153                   | -20292.55        | 0.00           | 0.02         | -2.425E-05 | -4.233E-05 | 4.878E-05 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX | 3725 | GEN FREQ Vento(max)   | 8153                   | -20165.82        | 0.00           | 0.02         | -3.959E-04 | -7.194E-05 | 4.024E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX | 3725 | GEN FREQ Termico(max) | 8153                   | -20725.62        | 0.00           | 0.02         | -3.955E-04 | -1.014E-04 | 4.083E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX | 3725 | GEN FREQ Mobili(min)  | 8153                   | -23734.7         | 0.00           | -0.02        | -8.140E-04 | -1.759E-04 | 8.328E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX | 3725 | GEN FREQ Vento(min)   | 8153                   | -21590.73        | 0.00           | -0.01        | -4.428E-04 | -1.415E-04 | 4.649E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX | 3725 | GEN FREQ Termico(min) | 8153                   | -21030.93        | 0.00           | -0.01        | -4.432E-04 | -1.120E-04 | 4.571E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX | 3726 | GEN FREQ Mobili(max)  | 8191                   | -17815.78        | 64.08          | 0.02         | -1.956E-04 | 1.164E-04  | 2.276E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX | 3726 | GEN FREQ Vento(max)   | 8191                   | -17683.61        | 319.31         | 0.02         | -5.241E-04 | 8.737E-05  | 5.313E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX | 3726 | GEN FREQ Termico(max) | 8191                   | -18139.2         | 31.56          | 0.02         | -5.198E-04 | 5.819E-05  | 5.230E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX | 3726 | GEN FREQ Mobili(min)  | 8191                   | -20797.71        | -12.96         | 0.00         | -9.675E-04 | -6.702E-07 | 9.675E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX | 3726 | GEN FREQ Vento(min)   | 8191                   | -18728.98        | -269.39        | 0.01         | -5.985E-04 | 2.216E-05  | 5.989E-04 |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX | 3726 | GEN FREQ Termico(min) | 8191                   | -18273.39        | 18.36          | 0.01         | -6.027E-04 | 5.134E-05  | 6.049E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX | 3727 | GEN FREQ Mobili(max)  | 8192                   | -17270.6         | 0.00           | 0.02         | -1.973E-04 | 2.173E-05  | 1.985E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX | 3727 | GEN FREQ Vento(max)   | 8192                   | -17142.31        | 0.00           | 0.02         | -5.169E-04 | -6.544E-06 | 5.169E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX | 3727 | GEN FREQ Termico(max) | 8192                   | -17581.67        | 0.00           | 0.02         | -5.131E-04 | -3.075E-05 | 5.140E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX | 3727 | GEN FREQ Mobili(min)  | 8192                   | -20451.18        | 0.00           | 0.00         | -9.535E-04 | -9.315E-05 | 9.580E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX | 3727 | GEN FREQ Vento(min)   | 8192                   | -18387.67        | 0.00           | 0.01         | -5.932E-04 | -5.923E-05 | 5.961E-04 |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX | 3727 | GEN FREQ Termico(min) | 8192                   | -17948.3         | 0.00           | 0.01         | -5.969E-04 | -3.502E-05 | 5.979E-04 |
| <b>ROTAZIONE</b>      |           |      |                       |                        |                  |                |              |            |            |           |
| <b>MAX. 9.721E-03</b> |           |      |                       |                        |                  |                |              |            |            |           |
| <b>SPALLE</b>         |           |      |                       | <b>SFORZI MASSIMI:</b> | <b>-1972.70</b>  | <b>95.91</b>   | <b>0.03</b>  |            |            |           |
|                       |           |      |                       | <b>SFORZI MINIMI:</b>  | <b>-4193.81</b>  | <b>-97.50</b>  | <b>-0.09</b> |            |            |           |
| <b>ROTAZIONE</b>      |           |      |                       |                        |                  |                |              |            |            |           |
| <b>MAX. 9.68E-04</b>  |           |      |                       |                        |                  |                |              |            |            |           |
| <b>PILE</b>           |           |      |                       | <b>SFORZI MASSIMI:</b> | <b>-15757.30</b> | <b>362.50</b>  | <b>0.03</b>  |            |            |           |
|                       |           |      |                       | <b>SFORZI MINIMI:</b>  | <b>-23967.32</b> | <b>-376.05</b> | <b>-0.08</b> |            |            |           |

**STATI LIMITE DI ESERCIZIO - COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI**

| Tipo APPOGGIO         | Struttura   | No.  | Load          | Node                   | VERT. Axial (kN) | TRASV. Shear-y (kN) | LONG. Shear-z (kN) | ROTAZIONE LONGIT. (rad) | ROTAZIONE TRASV. (rad) | ROTAZIONE RISULTANTE (rad) |
|-----------------------|-------------|------|---------------|------------------------|------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| Spalle UNI-LONG       | Spalla A DX | 3714 | GEN Q.P.(max) | 3541                   | -2279.27         | 23.51               | 0.02               | 5.698E-03               | 4.016E-04              | 5.712E-03                  |
| Spalle UNI-LONG       | Spalla A DX | 3714 | GEN Q.P.(min) | 3541                   | -2455.76         | -25.11              | -0.08              | 5.071E-03               | 1.896E-04              | 5.075E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR      | Spalla A SX | 3715 | GEN Q.P.(max) | 3543                   | -2098.74         | 0.00                | 0.02               | 5.437E-03               | -1.344E-04             | 5.439E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR      | Spalla A SX | 3715 | GEN Q.P.(min) | 3543                   | -2302.40         | 0.00                | -0.08              | 4.791E-03               | -3.630E-04             | 4.805E-03                  |
| Spalle UNI-LONG       | Spalla B DX | 3716 | GEN Q.P.(max) | 3542                   | -2923.57         | -9.53               | 0.03               | -8.246E-03              | 5.972E-04              | 8.268E-03                  |
| Spalle UNI-LONG       | Spalla B DX | 3716 | GEN Q.P.(min) | 3542                   | -3090.14         | -13.44              | 0.02               | -8.872E-03              | 3.022E-04              | 8.877E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR      | Spalla B SX | 3717 | GEN Q.P.(max) | 3544                   | -2581.41         | 0                   | 0.03               | -7.685E-03              | -2.091E-04             | 7.688E-03                  |
| Spalle MULTI-DIR      | Spalla B SX | 3717 | GEN Q.P.(min) | 3544                   | -2715.56         | 0                   | 0.02               | -8.341E-03              | -5.023E-04             | 8.356E-03                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 1 DX   | 3718 | GEN Q.P.(max) | 8035                   | -16163.73        | 31.9                | 0.02               | 5.120E-04               | 4.211E-05              | 5.137E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 1 DX   | 3718 | GEN Q.P.(min) | 8035                   | -16451.85        | -28.11              | -0.07              | 4.102E-04               | 3.344E-05              | 4.116E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 1 SX   | 3719 | GEN Q.P.(max) | 8036                   | -16160.75        | 0                   | 0.02               | 5.486E-04               | -3.837E-05             | 5.499E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 1 SX   | 3719 | GEN Q.P.(min) | 8036                   | -16598.42        | 0                   | -0.07              | 4.456E-04               | -4.447E-05             | 4.478E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 2 DX   | 3720 | GEN Q.P.(max) | 8074                   | -18204.76        | 32.13               | 0.02               | 5.253E-04               | 5.117E-05              | 5.278E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 2 DX   | 3720 | GEN Q.P.(min) | 8074                   | -18524.77        | -13.45              | -0.05              | 4.690E-04               | 4.256E-05              | 4.709E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 2 SX   | 3721 | GEN Q.P.(max) | 8075                   | -18148.46        | 0                   | 0.02               | 5.308E-04               | -3.862E-05             | 5.322E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 2 SX   | 3721 | GEN Q.P.(min) | 8075                   | -18382.65        | 0                   | -0.05              | 4.757E-04               | -4.451E-05             | 4.778E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 3 DX   | 3722 | GEN Q.P.(max) | 8113                   | -18182.55        | 6.71                | 0.02               | 2.214E-04               | -6.007E-06             | 2.215E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 3 DX   | 3722 | GEN Q.P.(min) | 8113                   | -18624.57        | -22.78              | -0.03              | 1.709E-04               | -1.809E-05             | 1.719E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 3 SX   | 3723 | GEN Q.P.(max) | 8114                   | -20914.72        | 0                   | 0.02               | 3.703E-04               | -9.894E-05             | 3.833E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 3 SX   | 3723 | GEN Q.P.(min) | 8114                   | -21249.55        | 0                   | -0.03              | 3.206E-04               | -1.128E-04             | 3.399E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX   | 3724 | GEN Q.P.(max) | 8152                   | -17974.19        | 2.09                | 0.02               | -2.216E-04              | -1.058E-05             | 2.219E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 4 DX   | 3724 | GEN Q.P.(min) | 8152                   | -18293.34        | -33.64              | -0.01              | -2.707E-04              | -1.795E-05             | 2.713E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX   | 3725 | GEN Q.P.(max) | 8153                   | -20740.57        | 0                   | 0.02               | -3.959E-04              | -1.022E-04             | 4.089E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 4 SX   | 3725 | GEN Q.P.(min) | 8153                   | -21015.98        | 0                   | -0.01              | -4.428E-04              | -1.112E-04             | 4.565E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX   | 3726 | GEN Q.P.(max) | 8191                   | -18143.37        | 30.63               | 0.02               | -5.242E-04              | 5.772E-05              | 5.274E-04                  |
| Pile UNI-LONG         | Pila 5 DX   | 3726 | GEN Q.P.(min) | 8191                   | -18269.22        | 19.29               | 0.01               | -5.984E-04              | 5.181E-05              | 6.006E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX   | 3727 | GEN Q.P.(max) | 8192                   | -17600.68        | 0                   | 0.02               | -5.174E-04              | -3.101E-05             | 5.183E-04                  |
| Pile MULTI-DIR        | Pila 5 SX   | 3727 | GEN Q.P.(min) | 8192                   | -17929.29        | 0                   | 0.01               | -5.926E-04              | -3.477E-05             | 5.936E-04                  |
| <b>ROTAZIONE</b>      |             |      |               |                        |                  |                     |                    |                         |                        |                            |
| <b>MAX. 8.877E-03</b> |             |      |               |                        |                  |                     |                    |                         |                        |                            |
| <b>SPALLE</b>         |             |      |               | <b>SFORZI MASSIMI:</b> | <b>-2098.74</b>  | <b>23.51</b>        | <b>0.03</b>        |                         |                        |                            |
|                       |             |      |               | <b>SFORZI MINIMI:</b>  | <b>-3090.14</b>  | <b>-25.11</b>       | <b>-0.08</b>       |                         |                        |                            |
| <b>ROTAZIONE</b>      |             |      |               |                        |                  |                     |                    |                         |                        |                            |
| <b>MAX. 6.01E-04</b>  |             |      |               |                        |                  |                     |                    |                         |                        |                            |
| <b>PILE</b>           |             |      |               | <b>SFORZI MASSIMI:</b> | <b>-16160.75</b> | <b>32.13</b>        | <b>0.02</b>        |                         |                        |                            |
|                       |             |      |               | <b>SFORZI MINIMI:</b>  | <b>-21249.55</b> | <b>-33.64</b>       | <b>-0.07</b>       |                         |                        |                            |

### 3.2 Deformazioni longitudinali massime/minime

Si determinano le deformazioni longitudinali massime e minime per il dimensionamento delle piastre di scorrimento e dell'ampiezza dei giunti.

Le deformazioni sono calcolate su di un'apposita combinazione allo SLU in cui i coefficienti dei carichi termici sono amplificati del 50 %:  $\gamma = 1.8$  e per la combinazione "SLC Longitudinale".

Il dimensionamento delle piastre di scorrimento sarà effettuato considerando i massimi valori assoluti in entrambi i sensi di spostamento.

| SPOSTAMENTI MASSIMI/MINIMI APPOGGI |             |      |      | SLU Termico appoggi |                  | SLC Longitudinale |                  |
|------------------------------------|-------------|------|------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Tipo APPOGGIO                      | Struttura   | No.  | Node | DX (max)<br>(mm)    | DX (min)<br>(mm) | DX (max)<br>(mm)  | DX (min)<br>(mm) |
| Spalle UNI-LONG                    | Spalla A DX | 3714 | 1    | 99.93               | -267.53          | 59.56             | -126.77          |
| Spalle MULTI-DIR                   | Spalla A SX | 3715 | 3    | 99.28               | -264.64          | 59.74             | -125.91          |
| Spalle UNI-LONG                    | Spalla B DX | 3716 | 2    | 36.02               | 25.95            | 55.60             | -5.77            |
| Spalle MULTI-DIR                   | Spalla B SX | 3717 | 4    | 35.14               | 24.62            | 54.22             | -6.17            |
| Pila UNI-LONG                      | Pila 1 DX   | 3718 | 8010 | 90.88               | -235.00          | 60.00             | -113.20          |
| Pila MULTI-DIR                     | Pila 1 SX   | 3719 | 8012 | 90.18               | -234.57          | 59.63             | -113.24          |
| Pila UNI-LONG                      | Pila 2 DX   | 3720 | 8049 | 76.06               | -187.86          | 56.74             | -97.42           |
| Pila MULTI-DIR                     | Pila 2 SX   | 3721 | 8051 | 76.44               | -188.26          | 56.67             | -97.43           |
| Pila UNI-LONG                      | Pila 3 DX   | 3722 | 8088 | 62.45               | -130.90          | 55.83             | -74.83           |
| Pila MULTI-DIR                     | Pila 3 SX   | 3723 | 8090 | 61.46               | -132.87          | 55.01             | -76.26           |
| Pila UNI-LONG                      | Pila 4 DX   | 3724 | 8127 | 49.38               | -72.07           | 54.47             | -50.02           |
| Pila MULTI-DIR                     | Pila 4 SX   | 3725 | 8129 | 51.13               | -70.44           | 55.94             | -49.05           |
| Pila UNI-LONG                      | Pila 5 DX   | 3726 | 8166 | 37.90               | -15.06           | 51.97             | -26.04           |
| Pila MULTI-DIR                     | Pila 5 SX   | 3727 | 8168 | 37.36               | -14.76           | 51.64             | -25.82           |

## 4 ISOLATORI SISMICI

Sulla Spalla B (lato Gallarate) del viadotto vengono disposti due ritegni elastici longitudinali (uno per trave); segue tabella dei carichi a cui risultano sottoposti, allo SLU (statico), allo SLE (caratteristico) e allo SLC sismico.

#### REAZIONI E DEFORMAZIONI ISOLATORI SISMICI ELASTICI

Rigidità dinamica: K = 120000 N/mm

| Tipo APPOGGIO | Struttura   | No.  | Load              | Node | LONG. Axial (kN) | Deformazione DX (mm) |
|---------------|-------------|------|-------------------|------|------------------|----------------------|
| Buffer        | Spalla B DX | 3728 | GEN SLU INV(max)  | 932  | 687.28           | -5.73                |
| Buffer        | Spalla B DX | 3728 | GEN SLU INV(min)  | 932  | -619.34          | 5.16                 |
| Buffer        | Spalla B DX | 3728 | GEN RARA INV(max) | 932  | 509.51           | -4.25                |
| Buffer        | Spalla B DX | 3728 | GEN RARA INV(min) | 932  | -459.68          | 3.83                 |
| Buffer        | Spalla B DX | 3728 | GEN SLC INV(max)  | 932  | 3648.45          | -30.40               |
| Buffer        | Spalla B DX | 3728 | GEN SLC INV(min)  | 932  | -3594.98         | 29.96                |
| Buffer        | Spalla B SX | 3729 | GEN SLU INV(max)  | 1140 | 606.28           | -5.05                |
| Buffer        | Spalla B SX | 3729 | GEN SLU INV(min)  | 1140 | -674.34          | 5.62                 |
| Buffer        | Spalla B SX | 3729 | GEN RARA INV(max) | 1140 | 450.04           | -3.75                |
| Buffer        | Spalla B SX | 3729 | GEN RARA INV(min) | 1140 | -499.32          | 4.16                 |
| Buffer        | Spalla B SX | 3729 | GEN SLC INV(max)  | 1140 | 3515.78          | -29.30               |
| Buffer        | Spalla B SX | 3729 | GEN SLC INV(min)  | 1140 | -3568.02         | 29.73                |

## 5 VERIFICHE TRASVERSALI DELLA SOLETTA

### 5.1 Verifica delle lastre prefabbricate in fase costruttiva

In fase costruttiva la sezione resistente è rappresentata dai tralicci inseriti nelle lastre prefabbricate, sollecitati dal peso proprio, dal getto della soletta e di un sovraccarico "di getto", assunto secondo UNI EN 1991-1-6, § 4.11.2, di cui segue estratto.

prospetto 4.2 Valori caratteristici raccomandati delle azioni prodotte dai carichi dovuti alla costruzione durante il getto di calcestruzzo

| Azione | Area caricata                                                                    | Carico in kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1)    | All'esterno dell'area di lavoro                                                  | 0,75 comprendente $Q_{oa}$                                                                                                                      |
| (2)    | All'interno dell'area di lavoro 3 m × 3 m (o della luce della campata se minore) | 10% del peso proprio del calcestruzzo ma non meno di 0,75 e non più di 1,5.<br>Comprende $Q_{oa}$ e $Q_{cf}$ .                                  |
| (3)    | Area affettiva                                                                   | Peso proprio delle casseforme, degli elementi portanti ( $Q_{oc}$ ) e il peso del calcestruzzo fresco per lo spessore di progetto ( $Q_{cf}$ ). |

Per le lastre laterali a sbalzo, per il solo lato esterno (nord) in allargamento tra P3 e P4, si assume che il getto della soletta avvenga in due fasi successive; la seconda fase verrà effettuata dopo che il getto di 1° fase ha raggiunto almeno il 70% della resistenza caratteristica:

- 1° fase: getto della soletta tra le travi e per il tratto fino al cordolo, escluso, di 180 cm
- 2° fase: completamento del getto per il tratto sottostante il cordolo di 180 cm di larghezza.

Per tutte le lastre si assume una luce di progetto incrementando del 5 % la luce teorica.

## 5.1.1 Verifica lastra a sbalzo, sezione corrente

### VERIFICA LASTRE IN C.A. TRALICCIATE PREFABBRICATE

#### LASTRE PREFABBRICATE VIADOTTO ASSE PRINCIPALE - CAMPATA CORRENTE A SBALZO: L= 192 cm

#### DATI GENERALI LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                                                    |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Schema vincolare in fase costruttiva:                                              | <b>A) Incastro - B) Estremo libero (a sbalzo)</b> |
| Luce di calcolo della lastra:                                                      | <b>L= 202 cm</b>                                  |
| Larghezza di calcolo della lastra:                                                 | <b>B<sub>C</sub>= 120 cm</b>                      |
| Altezza calcestruzzo lastra:                                                       | <b>H<sub>C</sub>= 7 cm</b>                        |
| Altezza della soletta (getto in opera):                                            | <b>H<sub>S</sub>= 23 cm</b>                       |
| Peso specifico calcestruzzo:                                                       | <b>g<sub>C</sub>= 25 kN/m<sup>3</sup></b>         |
| Vincolo laterale armature offerto dalla lastra presente nella sezione di verifica: | <b>NO</b>                                         |

#### DATI TRALICCI E ARMATURA AGGIUNTIVA LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                                           |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Numero trallici per lastra:                                               | <b>N<sub>T</sub>= 3</b>                        |
| Altezza nominale del traliccio:                                           | <b>H<sub>T</sub>= 20.5 cm</b>                  |
| Altezza utile del traliccio:                                              | <b>H<sub>U</sub>= 18.8 cm</b>                  |
| Larghezza traliccio:                                                      | <b>B<sub>T</sub>= 12.0 cm</b>                  |
| Passo staffe:                                                             | <b>P<sub>ST</sub>= 20.0 cm</b>                 |
| Ricoprimento trallici e armature aggiuntive (dal bordo inferiore lastra): | <b>R<sub>IT</sub>= 3.5 cm</b>                  |
| Modulo elastico acciaio                                                   | <b>E<sub>S</sub>= 210 000 N/mm<sup>2</sup></b> |
| Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio armature:                 | <b>γ<sub>S</sub>= 1.15</b>                     |

#### DATI ARMATURA LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                        | Singolo traliccio             |                 |               | Arm. agg.     |                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------|
|                                                        | Corr. Superiore               | Corr. Inferiori | Staffe        | lastra        |                   |
| Tipo di acciaio                                        | <b>B450C</b>                  | <b>B450C</b>    | <b>B450C</b>  | <b>B450C</b>  |                   |
| Resistenza caratteristica acciaio                      | <b>f<sub>yk</sub>= 450.00</b> | <b>450.00</b>   | <b>450.00</b> | <b>450.00</b> | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo acciaio                          | <b>f<sub>yd</sub>= 391.30</b> | <b>391.30</b>   | <b>391.30</b> | <b>391.30</b> | N/mm <sup>2</sup> |
| Diametro:                                              | <b>φ= 16</b>                  | <b>12</b>       | <b>10</b>     | <b>20</b>     | mm                |
| Numero di ferri per traliccio (Arm. agg. per lastra):  | <b>N<sub>F</sub>= 1</b>       | <b>2</b>        | <b>2</b>      | <b>4</b>      |                   |
| Area di armatura per lastra:                           | <b>A<sub>F</sub>= 6.032</b>   | <b>6.786</b>    | <b>4.712</b>  | <b>12.566</b> | cm <sup>2</sup>   |
| Inclinazione ferri in direzione longitudinale:         | <b>α= 0.00</b>                | <b>0.00</b>     | <b>70.97</b>  | <b>0.00</b>   | °                 |
| Inclinazione ferri in direzione trasversale:           | <b>γ= 0.00</b>                | <b>0.00</b>     | <b>80.93</b>  | <b>0.00</b>   | °                 |
| Coefficiente di vincolo:                               | <b>β= 1</b>                   | <b>1</b>        | <b>1</b>      | <b>0.65</b>   |                   |
| Lunghezza di calcolo per instabilità aste compresse    | <b>L= 20.00</b>               | <b>20.00</b>    | <b>20.14</b>  | <b>80.00</b>  | cm                |
| Lunghezza libera d'inflessione (L <sub>0</sub> = β*L): | <b>L<sub>0</sub>= 20.00</b>   | <b>20.00</b>    | <b>20.14</b>  | <b>52.00</b>  | cm                |

#### DATI DI CARICO

NOTA: Per le azioni in fase di costruzione durante il getto di calcestruzzo ci si riferisce a: UNI EN 1991-1-6, § 4.11.2.

|                                                                         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Coefficiente parziale dei carichi permanenti strutturali (peso lastra): | <b>γ<sub>G1</sub>= 1.35</b> |
| Coefficiente parziale dei carichi permanenti portati (getto in opera):  | <b>γ<sub>G2</sub>= 1.5</b>  |
| Coefficiente parziale dei carichi variabili (sovraccarichi):            | <b>γ<sub>Q</sub>= 1.5</b>   |

|                                                                          |                                                                  |            |           |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
|                                                                          | Estensione del carico permanente (X1=X2 per carico concentrato): | Da X1 (cm) | A X2 (cm) |
| Peso strutturale lastra:                                                 | <b>G<sub>1</sub>= 1.75 kN/mq</b>                                 | 0          | 202       |
| Permanente portato 1: getto in opera soletta:                            | <b>G<sub>2,1</sub>= 5.75 kN/mq</b>                               | 0          | 202       |
| Permanente portato 2: <b>veletta</b>                                     | <b>G<sub>2,2</sub>= 2.50 kN/m</b>                                | 202        | 202       |
| Permanente portato 3:                                                    | <b>G<sub>2,3</sub>= 0.00 kN/m</b>                                | 0          | 0         |
| Sovraccarico all'interno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore): | <b>Q<sub>1</sub>= 0.75 kN/mq</b>                                 |            |           |
| Sovraccarico all'esterno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore): | <b>Q<sub>2</sub>= 0.75 kN/mq</b>                                 |            |           |

#### SOLLECITAZIONI ALLO S.L.U. NOTA: Le sollecitazioni si intendono riferite alla larghezza della lastra.

|                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Momento flettente di progetto: | <b>M<sub>Sd</sub>= -38.73 KN.m</b> |
| Sforzo di taglio di progetto:  | <b>V<sub>Sd</sub>= 33.85 KN</b>    |

#### VERIFICA ALLO S.L.U.

Sforzi assiali nei correnti (N<sub>Sd</sub>=M<sub>Sd</sub>/H<sub>U</sub>)

Sforzi assiali nelle staffe (N<sub>Sd</sub>=V<sub>Sd</sub>/(Sen(α)\*Sen(γ)))

Carico elastico critico (N<sub>CR</sub>=p<sup>2</sup>\*E<sub>S</sub>\*J/L<sub>0</sub><sup>2</sup>)

Snellezza adimensionale (λ = (A<sub>F</sub> f<sub>yk</sub>/N<sub>CR</sub>)<sup>0.5</sup>)

Fattore di imperfezione (NTC 2008; tab. 4.2.VI)

Coefficiente di stabilità delle aste compresse:

Fattore di riduzione

Resistenza di calcolo a compressione (instabilità)

Resistenza di calcolo a trazione e compressione

Considerare instabilità delle aste compresse (non incluse nel cls.)

Resistenza di calcolo considerata (ferro singolo)

Sforzo assiale di calcolo (ferro singolo)

Coefficiente di sfruttamento (N<sub>Sd</sub>/N<sub>Rd</sub> < 1: verificato)

|                                       | Corr. Superiore (Teso) | Corr. Inferiori (Compresso) | Staffe (Compresso) | Arm. Agg. (Compresso) |    |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----|
| <b>N<sub>CR</sub>=</b>                | 166.690                | 52.742                      | 25.088             | 60.201                | kN |
| <b>λ=</b>                             | 0.737                  | 0.982                       | 1.187              | 1.532                 |    |
| <b>α=</b>                             | <b>0.490</b>           | <b>0.490</b>                | <b>0.490</b>       | <b>0.490</b>          |    |
| <b>φ=</b>                             | 0.903                  | 1.174                       | 1.446              | 2.001                 |    |
| <b>χ=</b>                             | 0.702                  | 0.550                       | 0.440              | 0.304                 |    |
| <b>N<sub>b,Rd</sub>=</b>              | -55.217                | -24.352                     | -13.524            | -37.402               | kN |
| <b>N<sub>c,Rd</sub>=</b>              | ±78.676                | ±44.255                     | ±30.733            | ±122.932              | kN |
| <b>SI/NO</b>                          | NO                     | SI                          | SI                 | SI                    |    |
| <b>N<sub>Rd</sub>=</b>                | 78.676                 | -24.352                     | -13.524            | -37.402               | kN |
| <b>N<sub>Sd</sub>=</b>                | 68.670                 | -12.040                     | 6.044              | -33.443               | kN |
| <b>N<sub>Sd</sub>/N<sub>Rd</sub>=</b> | 0.873                  | 0.494                       | 0.447              | 0.894                 |    |

## 5.1.2 Verifica lastra a sbalzo, sezione allargata: lato esterno tra P3 e P4 - 1° fase di getto

### VERIFICA LASTRE IN C.A. TRALICCIATE PREFABBRICATE

#### LASTRE PREFABBRICATE VIADOTTO ASSE PRINCIPALE - CAMPATA IN ALLARGAMENTO A SBALZO: L= 297 cm - 1° FASE DI GETTO

##### DATI GENERALI LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                                                    |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Schema vincolare in fase costruttiva:                                              | <b>A) Incastro - B) Estremo libero (a sbalzo)</b> |
| Luce di calcolo della lastra:                                                      | <b>L= 312 cm</b>                                  |
| Larghezza di calcolo della lastra:                                                 | <b>B<sub>C</sub>= 120 cm</b>                      |
| Altezza calcestruzzo lastra:                                                       | <b>H<sub>C</sub>= 7 cm</b>                        |
| Altezza della soletta (getto in opera):                                            | <b>H<sub>S</sub>= 23 cm</b>                       |
| Peso specifico calcestruzzo:                                                       | <b>g<sub>C</sub>= 25 kN/m<sup>3</sup></b>         |
| Vincolo laterale armature offerto dalla lastra presente nella sezione di verifica: | <b>NO</b>                                         |

##### DATI TRALICCI E ARMATURA AGGIUNTIVA LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                                           |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Numero trallici per lastra:                                               | <b>N<sub>tr</sub>= 3</b>                       |
| Altezza nominale del traliccio:                                           | <b>H<sub>T</sub>= 20.5 cm</b>                  |
| Altezza utile del traliccio:                                              | <b>H<sub>U</sub>= 18.8 cm</b>                  |
| Larghezza traliccio:                                                      | <b>B<sub>T</sub>= 12.0 cm</b>                  |
| Passo staffe:                                                             | <b>P<sub>ST</sub>= 20.0 cm</b>                 |
| Ricoprimento trallici e armature aggiuntive (dal bordo inferiore lastra): | <b>R<sub>IT</sub>= 3.5 cm</b>                  |
| Modulo elastico acciaio                                                   | <b>E<sub>S</sub>= 210 000 N/mm<sup>2</sup></b> |
| Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio armature:                 | <b>γ<sub>S</sub>= 1.15</b>                     |

##### DATI ARMATURA LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                        | Singolo traliccio             |                 |               | Arm. agg.     |                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------|
|                                                        | Corr. Superiore               | Corr. Inferiori | Staffe        | lastra        |                   |
| Tipo di acciaio                                        | <b>B450C</b>                  | <b>B450C</b>    | <b>B450C</b>  | <b>B450C</b>  |                   |
| Resistenza caratteristica acciaio                      | <b>f<sub>yk</sub>= 450.00</b> | <b>450.00</b>   | <b>450.00</b> | <b>450.00</b> | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo acciaio                          | <b>f<sub>yd</sub>= 391.30</b> | <b>391.30</b>   | <b>391.30</b> | <b>391.30</b> | N/mm <sup>2</sup> |
| Diametro:                                              | <b>φ= 16</b>                  | <b>12</b>       | <b>10</b>     | <b>20</b>     | mm                |
| Numero di ferri per traliccio (Arm. agg. per lastra):  | <b>N<sub>F</sub>= 1</b>       | <b>2</b>        | <b>2</b>      | <b>4</b>      |                   |
| Area di armatura per lastra:                           | <b>A<sub>F</sub>= 6.032</b>   | <b>6.786</b>    | <b>4.712</b>  | <b>12.566</b> | cm <sup>2</sup>   |
| Inclinazione ferri in direzione longitudinale:         | <b>α= 0.00</b>                | <b>0.00</b>     | <b>70.97</b>  | <b>0.00</b>   | °                 |
| Inclinazione ferri in direzione trasversale:           | <b>γ= 0.00</b>                | <b>0.00</b>     | <b>80.93</b>  | <b>0.00</b>   | °                 |
| Coefficiente di vincolo:                               | <b>β= 1</b>                   | <b>1</b>        | <b>1</b>      | <b>0.65</b>   |                   |
| Lunghezza di calcolo per instabilità aste compresse    | <b>L= 20.00</b>               | <b>20.00</b>    | <b>20.14</b>  | <b>80.00</b>  | cm                |
| Lunghezza libera d'inflessione (L <sub>0</sub> = β*L): | <b>L<sub>0</sub>= 20.00</b>   | <b>20.00</b>    | <b>20.14</b>  | <b>52.00</b>  | cm                |

##### DATI DI CARICO

NOTA: Per le azioni in fase di costruzione durante il getto di calcestruzzo ci si riferisce a: UNI EN 1991-1-6, § 4.11.2.

|                                                                         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Coefficiente parziale dei carichi permanenti strutturali (peso lastra): | <b>γ<sub>G1</sub>= 1.35</b> |
| Coefficiente parziale dei carichi permanenti portati (getto in opera):  | <b>γ<sub>G2</sub>= 1.5</b>  |
| Coefficiente parziale dei carichi variabili (sovraccarichi):            | <b>γ<sub>Q</sub>= 1.5</b>   |

Estensione del carico permanente (X1=X2 per carico concentrato):

|                                                                          |                                    | Da X1 (cm) | A X2 (cm) |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------|-----------|
| Peso strutturale lastra:                                                 | <b>G<sub>1</sub>= 1.75 kN/mq</b>   | 0          | 312       |
| Permanente portato 1: getto in opera soletta:                            | <b>G<sub>2,1</sub>= 5.75 kN/mq</b> | 0          | 132       |
| Permanente portato 2: <b>veletta</b>                                     | <b>G<sub>2,2</sub>= 2.50 kN/m</b>  | 202        | 202       |
| Permanente portato 3:                                                    | <b>G<sub>2,3</sub>= 0.00 kN/m</b>  | 0          | 0         |
| Sovraccarico all'interno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore): | <b>Q<sub>1</sub>= 0.75 kN/mq</b>   |            |           |
| Sovraccarico all'esterno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore): | <b>Q<sub>2</sub>= 0.75 kN/mq</b>   |            |           |

##### SOLLECITAZIONI ALLO S.L.U. NOTA: Le sollecitazioni si intendono riferite alla larghezza della lastra.

|                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Momento flettente di progetto: | <b>M<sub>Sd</sub>= -38.46 KN.m</b> |
| Sforzo di taglio di progetto:  | <b>V<sub>Sd</sub>= 31.21 KN</b>    |

##### VERIFICA ALLO S.L.U.

Sforzi assiali nei correnti (N<sub>Sd</sub>=M<sub>Sd</sub>/H<sub>U</sub>)

Sforzi assiali nelle staffe (N<sub>Sd</sub>=V<sub>Sd</sub>/(Sen(α)\*Sen(γ)))

Carico elastico critico (N<sub>CR</sub>=p<sup>2</sup>\*E<sub>S</sub>\*J/L<sub>0</sub><sup>2</sup>)

Snellezza adimensionale (λ = (A<sub>F</sub> f<sub>yk</sub>/N<sub>CR</sub>)<sup>0.5</sup>)

Fattore di imperfezione (NTC 2008; tab. 4.2.VI)

Coefficiente di stabilità delle aste compresse:

Fattore di riduzione

Resistenza di calcolo a compressione (instabilità)

Resistenza di calcolo a trazione e compressione

Considerare instabilità delle aste compresse (non incluse nel cls.)

Resistenza di calcolo considerata (ferro singolo)

Sforzo assiale di calcolo (ferro singolo)

Coefficiente di sfruttamento (N<sub>Sd</sub>/N<sub>Rd</sub> < 1: verificato)

|                                       | Corr. Superiore (Teso) | Corr. Inferiori (Compresso) | Staffe (Compresso) | Arm. Agg. (Compresso) |    |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----|
| <b>N<sub>CR</sub>=</b>                | 166.690                | 52.742                      | 25.088             | 60.201                | kN |
| <b>λ=</b>                             | 0.737                  | 0.982                       | 1.187              | 1.532                 |    |
| <b>α=</b>                             | <b>0.490</b>           | <b>0.490</b>                | <b>0.490</b>       | <b>0.490</b>          |    |
| <b>φ=</b>                             | 0.903                  | 1.174                       | 1.446              | 2.001                 |    |
| <b>χ=</b>                             | 0.702                  | 0.550                       | 0.440              | 0.304                 |    |
| <b>N<sub>b,Rd</sub>=</b>              | -55.217                | -24.352                     | -13.524            | -37.402               | kN |
| <b>N<sub>c,Rd</sub>=</b>              | ±78.676                | ±44.255                     | ±30.733            | ±122.932              | kN |
| <b>SI/NO</b>                          | NO                     | SI                          | SI                 | SI                    |    |
| <b>N<sub>Rd</sub>=</b>                | 78.676                 | -24.352                     | -13.524            | -37.402               | kN |
| <b>N<sub>Sd</sub>=</b>                | 68.194                 | -11.956                     | 5.572              | -33.212               | kN |
| <b>N<sub>Sd</sub>/N<sub>Rd</sub>=</b> | 0.867                  | 0.491                       | 0.412              | 0.888                 |    |

### 5.1.3 Verifica lastra a sbalzo, sezione allargata: lato esterno tra P3 e P4 - 2° fase di getto

#### VERIFICA LASTRE IN C.A. TRALICCIATE PREFABBRICATE

#### LASTRE PREFABBRICATE VIADOTTO ASSE PRINCIPALE - CAMPATA IN ALLARGAMENTO A SBALZO: L= 297 cm - 2° FASE DI GETTO

##### DATI GENERALI LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                                                    |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Schema vincolare in fase costruttiva:                                              | <b>A) Incastro - B) Estremo libero (a sbalzo)</b> |
| Luce di calcolo della lastra:                                                      | <b>L= 189 cm</b>                                  |
| Larghezza di calcolo della lastra:                                                 | <b>B<sub>C</sub>= 120 cm</b>                      |
| Altezza calcestruzzo lastra:                                                       | <b>H<sub>C</sub>= 7 cm</b>                        |
| Altezza della soletta (getto in opera):                                            | <b>H<sub>S</sub>= 23 cm</b>                       |
| Peso specifico calcestruzzo:                                                       | <b>g<sub>C</sub>= 25 kN/m<sup>3</sup></b>         |
| Vincolo laterale armature offerto dalla lastra presente nella sezione di verifica: | <b>SI</b>                                         |

##### DATI TRALICCI E ARMATURA AGGIUNTIVA LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                                           |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Numero trallici per lastra:                                               | <b>N<sub>tr</sub>= 3</b>                       |
| Altezza nominale del traliccio:                                           | <b>H<sub>T</sub>= 20.5 cm</b>                  |
| Altezza utile del traliccio:                                              | <b>H<sub>U</sub>= 18.8 cm</b>                  |
| Larghezza traliccio:                                                      | <b>B<sub>T</sub>= 12.0 cm</b>                  |
| Passo staffe:                                                             | <b>P<sub>ST</sub>= 20.0 cm</b>                 |
| Ricoprimento trallici e armature aggiuntive (dal bordo inferiore lastra): | <b>R<sub>IT</sub>= 3.5 cm</b>                  |
| Modulo elastico acciaio                                                   | <b>E<sub>S</sub>= 210 000 N/mm<sup>2</sup></b> |
| Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio armature:                 | <b>γ<sub>S</sub>= 1.15</b>                     |

##### DATI ARMATURA LASTRA PREFABBRICATA.

|                                                        | Singolo traliccio             |                 |               | Arm. agg.     |                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------|
|                                                        | Corr. Superiore               | Corr. Inferiori | Staffe        | lastra        |                   |
| Tipo di acciaio                                        | <b>B450C</b>                  | <b>B450C</b>    | <b>B450C</b>  | <b>B450C</b>  |                   |
| Resistenza caratteristica acciaio                      | <b>f<sub>yk</sub>= 450.00</b> | <b>450.00</b>   | <b>450.00</b> | <b>450.00</b> | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo acciaio                          | <b>f<sub>yd</sub>= 391.30</b> | <b>391.30</b>   | <b>391.30</b> | <b>391.30</b> | N/mm <sup>2</sup> |
| Diametro:                                              | <b>φ= 16</b>                  | <b>12</b>       | <b>10</b>     | <b>0</b>      | mm                |
| Numero di ferri per traliccio (Arm. agg. per lastra):  | <b>N<sub>F</sub>= 1</b>       | <b>2</b>        | <b>2</b>      | <b>0</b>      |                   |
| Area di armatura per lastra:                           | <b>A<sub>F</sub>= 6.032</b>   | <b>6.786</b>    | <b>4.712</b>  | <b>0.000</b>  | cm <sup>2</sup>   |
| Inclinazione ferri in direzione longitudinale:         | <b>α= 0.00</b>                | <b>0.00</b>     | <b>70.97</b>  | <b>0.00</b>   | °                 |
| Inclinazione ferri in direzione trasversale:           | <b>γ= 0.00</b>                | <b>0.00</b>     | <b>80.93</b>  | <b>0.00</b>   | °                 |
| Coefficiente di vincolo:                               | <b>β= 1</b>                   | <b>1</b>        | <b>1</b>      | <b>0.65</b>   |                   |
| Lunghezza di calcolo per instabilità aste compresse    | <b>L= 20.00</b>               | <b>20.00</b>    | <b>20.14</b>  | <b>0.00</b>   | cm                |
| Lunghezza libera d'inflessione (L <sub>0</sub> = β*L): | <b>L<sub>0</sub>= 20.00</b>   | <b>20.00</b>    | <b>20.14</b>  | <b>0.00</b>   | cm                |

##### DATI DI CARICO

NOTA: Per le azioni in fase di costruzione durante il getto di calcestruzzo ci si riferisce a: UNI EN 1991-1-6, § 4.11.2.

|                                                                         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Coefficiente parziale dei carichi permanenti strutturali (peso lastra): | <b>γ<sub>G1</sub>= 1.35</b> |
| Coefficiente parziale dei carichi permanenti portati (getto in opera):  | <b>γ<sub>G2</sub>= 1.5</b>  |
| Coefficiente parziale dei carichi variabili (sovraccarichi):            | <b>γ<sub>Q</sub>= 1.5</b>   |

Estensione del carico permanente (X1=X2 per carico concentrato):

|                                                                          |                                    | Da X1 (cm) | A X2 (cm) |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------|-----------|
| Peso strutturale lastra:                                                 | <b>G<sub>1</sub>= 1.75 kN/mq</b>   | 0          | 189       |
| Permanente portato 1: getto in opera soletta:                            | <b>G<sub>2,1</sub>= 5.75 kN/mq</b> | 0          | 189       |
| Permanente portato 2: <b>veletta</b>                                     | <b>G<sub>2,2</sub>= 2.50 kN/m</b>  | 189        | 189       |
| Permanente portato 3:                                                    | <b>G<sub>2,3</sub>= 0.00 kN/m</b>  | 0          | 0         |
| Sovraccarico all'interno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore): | <b>Q<sub>1</sub>= 0.75 kN/mq</b>   |            |           |
| Sovraccarico all'esterno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore): | <b>Q<sub>2</sub>= 0.75 kN/mq</b>   |            |           |

##### SOLLECITAZIONI ALLO S.L.U. NOTA: Le sollecitazioni si intendono riferite alla larghezza della lastra.

|                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Momento flettente di progetto: | <b>M<sub>Sd</sub>= -34.45 KN.m</b> |
| Sforzo di taglio di progetto:  | <b>V<sub>Sd</sub>= 31.96 KN</b>    |

##### VERIFICA ALLO S.L.U.

Sforzi assiali nei correnti (N<sub>Sd</sub>=M<sub>Sd</sub>/H<sub>U</sub>)

Sforzi assiali nelle staffe (N<sub>Sd</sub>=V<sub>Sd</sub>/(Sen(α)\*Sen(γ)))

Carico elastico critico (N<sub>CR</sub>=p<sup>2</sup>\*E<sub>S</sub>\*J/L<sub>0</sub><sup>2</sup>)

Snellezza adimensionale (λ = (A<sub>F</sub> f<sub>yk</sub>/N<sub>CR</sub>)<sup>0.5</sup>)

Fattore di imperfezione (NTC 2008; tab. 4.2.VI)

Coefficiente di stabilità delle aste compresse:

Fattore di riduzione

Resistenza di calcolo a compressione (instabilità)

Resistenza di calcolo a trazione e compressione

Considerare instabilità delle aste compresse (non incluse nel cls.)

Resistenza di calcolo considerata (ferro singolo)

Sforzo assiale di calcolo (ferro singolo)

Coefficiente di sfruttamento (N<sub>Sd</sub>/N<sub>Rd</sub> < 1: verificato)

|                                       | Corr. Superiore (Teso) | Corr. Inferiori (Compresso) | Staffe (Compresso) | Arm. Agg. (Compresso) |    |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----|
| <b>N<sub>CR</sub>=</b>                | 166.690                | 52.742                      | 25.088             | 0.000                 | kN |
| <b>λ=</b>                             | 0.737                  | 0.982                       | 1.187              | 0.000                 |    |
| <b>α=</b>                             | <b>0.490</b>           | <b>0.490</b>                | <b>0.490</b>       | <b>0.490</b>          |    |
| <b>φ=</b>                             | 0.903                  | 1.174                       | 1.446              | 0.451                 |    |
| <b>χ=</b>                             | 0.702                  | 0.550                       | 0.440              | 1.000                 |    |
| <b>N<sub>b,Rd</sub>=</b>              | -55.217                | -24.352                     | -13.524            | 0.000                 | kN |
| <b>N<sub>c,Rd</sub>=</b>              | ±78.676                | ±44.255                     | ±30.733            | ±0.000                | kN |
| <b>SI/NO</b>                          | NO                     | NO                          | SI                 | NO                    |    |
| <b>N<sub>Rd</sub>=</b>                | 78.676                 | 44.255                      | -13.524            | 0.000                 | kN |
| <b>N<sub>Sd</sub>=</b>                | 61.084                 | -30.542                     | 5.706              | 0.000                 | kN |
| <b>N<sub>Sd</sub>/N<sub>Rd</sub>=</b> | 0.776                  | 0.690                       | 0.422              | 0.000                 |    |

## 5.1.4 Verifica lastra appoggiata tra le travi

### VERIFICA LASTRE IN C.A. TRALICCIATE PREFABBRICATE

#### LASTRE PREFABBRICATE VIADOTTO ASSE PRINCIPALE - CAMPATA TRA LE TRAVI: L= 350 cm

#### DATI GENERALI LASTRA PREFABBRICATA.

Schema vincolare in fase costruttiva:  
 Luce di calcolo della lastra:  
 Larghezza di calcolo della lastra:  
 Altezza calcestruzzo lastra:  
 Altezza della soletta (getto in opera):  
 Peso specifico calcestruzzo:  
 Vincolo laterale armature offerto dalla lastra presente nella sezione di verifica:

#### A) Appoggio - B) Appoggio

L= 368 cm  
 B<sub>C</sub>= 120 cm  
 H<sub>C</sub>= 7 cm  
 H<sub>S</sub>= 23 cm  
 g<sub>C</sub>= 25 kN/m<sup>3</sup>  
 SI

#### DATI TRALICCI E ARMATURA AGGIUNTIVA LASTRA PREFABBRICATA.

Numero trallici per lastra:  
 Altezza nominale del traliccio:  
 Altezza utile del traliccio:  
 Larghezza traliccio:  
 Passo staffe:  
 Ricoprimento trallici e armature aggiuntive (dal bordo inferiore lastra):  
 Modulo elastico acciaio  
 Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio armature:

N<sub>tr</sub>= 3  
 H<sub>T</sub>= 20.5 cm  
 H<sub>U</sub>= 18.8 cm  
 B<sub>T</sub>= 12.0 cm  
 P<sub>ST</sub>= 20.0 cm  
 R<sub>IT</sub>= 3.5 cm  
 E<sub>S</sub>= 210 000 N/mm<sup>2</sup>  
 γ<sub>S</sub>= 1.15

#### DATI ARMATURA LASTRA PREFABBRICATA.

Tipo di acciaio  
 Resistenza caratteristica acciaio  
 Resistenza di calcolo acciaio  
 Diametro:  
 Numero di ferri per traliccio (Arm. agg. per lastra):  
 Area di armatura per lastra:  
 Inclinazione ferri in direzione longitudinale:  
 Inclinazione ferri in direzione trasversale:  
 Coefficiente di vincolo:  
 Lunghezza di calcolo per instabilità aste compresse  
 Lunghezza libera d'inflessione (L<sub>0</sub> = β\*L):

|                   | Singolo traliccio |                 |        | Arm. agg. |                   |
|-------------------|-------------------|-----------------|--------|-----------|-------------------|
|                   | Corr. Superiore   | Corr. Inferiori | Staffe | lastra    |                   |
|                   | B450C             | B450C           | B450C  | B450C     |                   |
| f <sub>yk</sub> = | 450.00            | 450.00          | 450.00 | 450.00    | N/mm <sup>2</sup> |
| f <sub>yd</sub> = | 391.30            | 391.30          | 391.30 | 391.30    | N/mm <sup>2</sup> |
| φ=                | 16                | 12              | 10     | 0         | mm                |
| N <sub>F</sub> =  | 1                 | 2               | 2      | 0         |                   |
| A <sub>F</sub> =  | 6.032             | 6.786           | 4.712  | 0.000     | cm <sup>2</sup>   |
| α=                | 0.00              | 0.00            | 70.97  | 0.00      | °                 |
| γ=                | 0.00              | 0.00            | 80.93  | 0.00      | °                 |
| β=                | 1                 | 1               | 1      | 0.65      |                   |
| L=                | 20.00             | 20.00           | 20.14  | 0.00      | cm                |
| L <sub>0</sub> =  | 20.00             | 20.00           | 20.14  | 0.00      | cm                |

#### DATI DI CARICO

NOTA: Per le azioni in fase di costruzione durante il getto di calcestruzzo ci si riferisce a: UNI EN 1991-1-6, § 4.11.2.

Coefficiente parziale dei carichi permanenti strutturali (peso lastra):  
 Coefficiente parziale dei carichi permanenti portati (getto in opera):  
 Coefficiente parziale dei carichi variabili (sovraccarichi):

γ<sub>G1</sub>= 1.35  
 γ<sub>G2</sub>= 1.5  
 γ<sub>Q</sub>= 1.5

Estensione del carico permanente (X1=X2 per carico concentrato):

Peso strutturale lastra:  
 Permanente portato 1: getto in opera soletta:  
 Permanente portato 2:  
 Permanente portato 3:  
 Sovraccarico all'interno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore):  
 Sovraccarico all'esterno dell'area di lavoro di 3 m x 3 m (L se minore):

|                    | Da X1 (cm) | A X2 (cm) |
|--------------------|------------|-----------|
| G <sub>1</sub> =   | 0          | 368       |
| G <sub>2,1</sub> = | 0          | 368       |
| G <sub>2,2</sub> = | 0          | 0         |
| G <sub>2,3</sub> = | 0          | 0         |
| Q <sub>1</sub> =   | 0.75 kN/mq |           |
| Q <sub>2</sub> =   | 0.75 kN/mq |           |

#### SOLLECITAZIONI ALLO S.L.U.

NOTA: Le sollecitazioni si intendono riferite alla larghezza della lastra.

Momento flettente di progetto:  
 Sforzo di taglio di progetto:

M<sub>Sd</sub>= 24.60 KN.m  
 V<sub>Sd</sub>= 26.74 KN

#### VERIFICA ALLO S.L.U.

Sforzi assiali nei correnti (N<sub>Sd</sub>=M<sub>Sd</sub>/H<sub>U</sub>)  
 Sforzi assiali nelle staffe (N<sub>Sd</sub>=V<sub>Sd</sub>/(Sen(α)\*Sen(γ)))

Carico elastico critico (N<sub>CR</sub>=p<sup>2</sup>\*E<sub>S</sub>\*J/L<sub>0</sub><sup>2</sup>)  
 Snellezza adimensionale (λ = (A<sub>F</sub> f<sub>yk</sub>/N<sub>CR</sub>)<sup>0.5</sup>)  
 Fattore di imperfezione (NTC 2008; tab. 4.2.VI)  
 Coefficiente di stabilità delle aste compresse:  
 Fattore di riduzione  
 Resistenza di calcolo a compressione (instabilità)  
 Resistenza di calcolo a trazione e compressione  
 Considerare instabilità delle aste compresse (non incluse nel cls.)  
 Resistenza di calcolo considerata (ferro singolo)  
 Sforzo assiale di calcolo (ferro singolo)  
 Coefficiente di sfruttamento (N<sub>Sd</sub>/N<sub>Rd</sub> < 1: verificato)

|                                    | Corr. Superiore<br>(Compresso) | Corr. Inferiori<br>(Teso) | Staffe<br>(Compresso) | Arm. Agg.<br>(Teso) |    |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|----|
| N <sub>CR</sub> =                  | 166.690                        | 52.742                    | 25.088                | 0.000               | kN |
| λ=                                 | 0.737                          | 0.982                     | 1.187                 | 0.000               |    |
| α=                                 | 0.490                          | 0.490                     | 0.490                 | 0.490               |    |
| φ=                                 | 0.903                          | 1.174                     | 1.446                 | 0.451               |    |
| χ=                                 | 0.702                          | 0.550                     | 0.440                 | 1.000               |    |
| N <sub>b,Rd</sub> =                | -55.217                        | -24.352                   | -13.524               | 0.000               | kN |
| N <sub>c,Rd</sub> =                | ±78.676                        | ±44.255                   | ±30.733               | ±0.000              | kN |
| SI/NO                              | SI                             | NO                        | SI                    | NO                  |    |
| N <sub>Rd</sub> =                  | -55.217                        | 44.255                    | -13.524               | 0.000               | kN |
| N <sub>Sd</sub> =                  | -43.626                        | 21.813                    | 4.775                 | 0.000               | kN |
| N <sub>Sd</sub> /N <sub>Rd</sub> = | 0.790                          | 0.493                     | 0.353                 | 0.000               |    |



## 5.2 Verifica in esercizio - Sbalzo laterale corrente

Lo spessore della soletta in corrispondenza di tale sbalzo vale  $s = 23 + 7 = 30$  cm.

La luce di calcolo teorica si assume considerando l'incastro all'asse trave; la luce massima vale quindi:  
 $(12.75 - 8.125) / 2 = 2.31$  m.

All'estremità è previsto il cordolo di larghezza complessiva 75 cm, protetto da sicurvia; i carichi mobili considerati sono, in alternativa:

- una ruota singola (40 x 40 cm) da 150 kN dello schema di carico 1
- due ruote (40 x 40 cm) da 150 kN, con interasse 120 cm dello schema di carico 1
- una ruota singola (35 x 60 cm) da 200 kN dello schema di carico 2

La posizione più gravosa in senso trasversale si ha con due posizioni alternative:

- massimo momento flettente: carichi a ridosso del sicurvia
- massimo sforzo di taglio: carichi a una distanza pari al doppio dello spessore utile della soletta (46 cm) in modo da minimizzare la larghezza di ripartizione senza ridurre il taglio per la prossimità del vincolo (NTC 2008, § 4.1.2.1.3.3).

Si considera inoltre una combinazione di carico eccezionale in cui ai carichi mobili su citati si somma l'effetto di urto sul sicurvia assunto pari a 100 kN ripartiti su una larghezza di 0.50 m e ad un'altezza di 1 m dal piano viabile.

Si eseguono le verifiche allo SLU e allo SLE per quanto attiene l'apertura delle fessure (combinazione frequente) e lo stato tensionale dei materiali (combinazione rara); le verifiche sono riferite a una larghezza di 1 m.

Seguono i tabulati di determinazione delle sollecitazioni massime all'incastro e le verifiche allo stato limite ultimo e di esercizio.

Note:

- nelle verifiche si trascurano i ferri compressi
- nelle verifiche a fessurazione le condizioni ambientali (Aggressive) sono definite "Molto aggressive" in modo da ottenere l'apertura limite  $w_1 = 0.2$  mm per combinazioni frequenti.

Verifica dello sbalzo trasversale: sezione corrente

L= 2.310 m

|                                                                  |                          |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Altezza della lastra prefabbricata                               | 0.070 m                  |
| Altezza totale soletta all'incastro                              | 0.300 m                  |
| Altezza totale soletta all'estremità libera                      | 0.300 m                  |
| Lunghezza di calcolo dello sbalzo                                | 2.310 m                  |
| Larghezza del marciapiede                                        | 0.750 m                  |
| Altezza del marciapiede                                          | 0.150 m                  |
| Peso specifico calcestruzzo armato                               | 25.000 kN/m <sup>3</sup> |
| Altezza della massicciata                                        | 0.100 m                  |
| Peso della massicciata                                           | 2.000 kN/m <sup>2</sup>  |
| Peso del sicurvà                                                 | 1.000 kN/m               |
| Distanza asse sicurvà da incastro                                | 1.940 m                  |
| Peso del parapetto                                               | 0.000 kN/m               |
| Distanza asse parapetto da incastro                              | 2.260 m                  |
| Peso della veletta                                               | 2.080 kN/m               |
| Distanza asse veletta da incastro                                | 2.310 m                  |
| Carico della folla (di combinazione)                             | 0.000 kN/m               |
| Distanza asse folla da incastro                                  | 0.000 m                  |
| Coefficiente dinamico                                            | 1.000                    |
| Schema di carico 1:                                              |                          |
| Larghezza delle colonne di carico                                | 3.000 m                  |
| Interasse ruote in senso trasversale                             | 2.000 m                  |
| Interasse ruote in senso longitudinale                           | 1.200 m                  |
| Lati dell'impronta ruota: L=                                     | 0.400 m                  |
| T=                                                               | 0.400 m                  |
| 1° colonna                                                       | 150.000                  |
| 2° colonna                                                       | 100.000                  |
| 3° colonna                                                       | 50.000 kN                |
| Peso singola ruota                                               |                          |
| Carico distribuito                                               | 9.000                    |
| 2.500                                                            | 2.500 kN/m <sup>2</sup>  |
| Schema di carico 2:                                              |                          |
| Interasse ruote in senso trasversale                             | 2.000 m                  |
| Interasse ruote in senso longitudinale                           | 0.000 m                  |
| Lati dell'impronta ruota: L=                                     | 0.350 m                  |
| T=                                                               | 0.600 m                  |
| Peso singola ruota                                               | 200.000 kN               |
| Angolo di ripartizione verticale dei carichi nello spessore      | 45.000 °                 |
| Angolo di ripartizione orizzontale dei carichi (effetto piastra) | 45.000 °                 |

Tabella dei carichi mobili

|            |                                                    |
|------------|----------------------------------------------------|
| n° ruote = | numero ruote carico considerato                    |
| b=         | braccio del carico in esame (risultante)           |
| lrip =     | larghezza di ripartizione del carico ruote         |
| q=         | carico distribuito sulla larghezza di ripartizione |

|            | n° carico              | n° ruote | Massimo momento flettente |          |           | Massimo sforzo di taglio |          |           |
|------------|------------------------|----------|---------------------------|----------|-----------|--------------------------|----------|-----------|
|            |                        |          | bm (m)                    | lrip (m) | qm (kN/m) | bt (m)                   | lrip (m) | qt (kN/m) |
| 1° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.780                     | 1.000    | 14.040    | 0.480                    | 1.000    | 8.640     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 1.060                     | 2.950    | 50.847    | 0.460                    | 1.750    | 85.714    |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 1.060                     | 4.150    | 72.289    | 0.460                    | 2.950    | 101.695   |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
| 2° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.000                     | 1.000    | 0.000     | 0.000                    | 1.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 0.000                     | 0.830    | 0.000     | 0.000                    | 0.830    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
| 3° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.000                     | 1.000    | 0.000     | 0.000                    | 1.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 0.000                     | 0.830    | 0.000     | 0.000                    | 0.830    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
|            | Schema 2 - 1° fila     | 1        | 1.260                     | 3.300    | 60.606    | 0.460                    | 1.700    | 117.647   |
|            | Schema 2 - 2° fila     | 1        | 0.000                     | 0.000    | 0.000     | 0.000                    | 0.780    | 0.000     |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| Effetto d'urto sul sicurvà (azione eccezionale)  | 100.000 kN |
| Altezza della forza d'urto da estradosso soletta | 1.100 m    |
| Larghezza di ripartizione urto                   | 4.910 m    |

Sollecitazioni all'incastro; sezione corrente

| Tipo di carico            | Tagli (kN/m) | Momenti (kNm/m) | Sf.norm (kN/m) |
|---------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| Peso proprio (rettangolo) | 17.325       | -20.010         | 0.000          |
| Peso proprio (triangolo)  | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Marciapiede               | 2.813        | -5.442          | 0.000          |
| Massicciata               | 3.120        | -2.434          | 0.000          |
| Sicurvà                   | 1.000        | -1.940          | 0.000          |
| Parapetto                 | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Veletta                   | 2.080        | -4.805          | 0.000          |
| Folla                     | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Schema 1 - distribuito    | 8.640        | -10.951         | 0.000          |
| Schema 1 (tandem max)     | 101.695      | -76.627         | 0.000          |
| Schema 2 (max)            | 117.647      | -76.364         | 0.000          |
| Urto                      | 0.000        | -25.458         | 20.367         |

|                                      |            |                 |                   |                        |                          |
|--------------------------------------|------------|-----------------|-------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>Coefficienti parziali (γ x ψ)</b> | <b>SLU</b> | <b>SLU ECC:</b> | <b>SLE (rare)</b> | <b>SLE (frequenti)</b> | <b>SLE (quasi perm.)</b> |
| Carichi permanenti                   | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 1.000                  | 1.000                    |
| Carichi mobili - Tandem              | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 0.750                  | 0.000                    |
| Carichi mobili - Distribuiti         | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 0.400                  | 0.000                    |

Sollecitazioni complessive all'incastro; sezione corrente

| Tipo di carico                         | Tagli (kN/m) | Momenti (kNm/m) | Sf.norm (kN/m) |
|----------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| SLU Totali perm.+ mobili               | 194.379      | -164.982        | 0.000          |
| SLU ECC. Totali perm.+ mobili + urto   | 143.985      | -147.667        | 20.367         |
| SLE (rare) Totali perm.+ mobili        | 143.985      | -122.209        | 0.000          |
| SLE (frequenti) Totali perm.+ mobili   | 114.573      | -96.481         | 0.000          |
| SLE (quasi perm.) Totali perm.+ mobili | 26.338       | -34.631         | 0.000          |

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA A SBALZO (CORRENTE) - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE**

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); 15.893 cm) SI  
 Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici) Y= 15.89 cm  
 Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione) N= 0.00 kN  
 Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori) M= -96.48 kN.m  
 Coefficiente di omogeneizzazione m= 15.00

Ordinata asse neutro (dall'alto) ys= 20.07 cm  
 Ordinata asse neutro (dal basso) yi= 9.93 cm  
 Tensione calcestruzzo minima sc1= -9.871 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione calcestruzzo massima sc2= 0.000 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio minima sf1= 194.96 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio massima sf2= 194.96 N/mm<sup>2</sup>

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 9.93     | -9.871               | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 16            | 23.00   | 20.11              | 194.96               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 194.96               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 10          | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| Totale      |              |               | 23.00   | 25.13              |                      |

**Legenda**

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

## VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

### TITOLO: SOLETTA A SBALZO (CORRENTE) - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :

D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - Paragrafo 4.1.2.2.4  
 Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 21 gennaio 2019, N. 7 - Istruzioni per l'applicazione  
 dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018" .

#### DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio  
 Sensibilità armatura  
 Condizioni ambientali  
 Combinazione di azioni

Aderenza migliorata  
 Poco sensibile  
 Molto aggressive  
 Frequenti

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio  $f_{ck} = 32.0 \text{ N/mm}^2$   
 Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ( $f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{2/3}$ )  $f_{ctm} = 3.024 \text{ N/mm}^2$   
 Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ( $f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$ )  $f_{ctk} = 2.520 \text{ N/mm}^2$

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):  
 Tensione di trazione massima nel calcestruzzo  $sc_{max} = 5.523 \text{ N/mm}^2$

La sezione NON è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

##### a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura $\epsilon_{psrm}$

Modulo elastico del calcestruzzo  $E_c = 33346 \text{ N/mm}^2$   
 Modulo elastico delle armature  $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$   
 Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata  $\sigma_{s,t} = 194.958 \text{ N/mm}^2$   
 Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure  $b_{eff} = 100.000 \text{ cm}$   
 Altezza della zona di calcestruzzo efficace [ $\min(2.5(h-d); (h-x)/3; h/2$ )]  $h_{eff} = 6.691 \text{ cm}$   
 Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure  $A_{c,eff} = b_{eff} h_{eff} = 669.072 \text{ cm}^2$   
 Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace  $A_s$   $A_s = 25.133 \text{ cm}^2$   
 Rapporto tra l'area della sezione di acciaio  $A_s$  e l'area di calcestruzzo efficace  $A_{c,eff}$   $\rho_{eff} = A_s/A_{c,eff} = 0.037564$   
 Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)  $k_t = 0.6$   
 Deformazione unitaria media dell'armatura  $\epsilon_{psrm} = 0.000644$   
 Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) ( $\epsilon_{psrm,lim} = 0.6 \sigma_{s,t}/E_s$ )  $\epsilon_{psrm,lim} = 0.000557$

##### b) Calcolo della distanza massima tra le fessure $D_{smax}$

Distanza tra le barre ( $l_{nt} - f_i$ )  $s_1 = 8.400 \text{ cm}$   
 Diametro equivalente delle barre tese  $f_i = 16 \text{ mm}$   
 Ricoprimento netto dell'armatura ( $Y_f f_i/2$ )  $c = 6.200 \text{ cm}$   
 Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ( $s = 5*(c+f_i/2)$ )  $b = 35.000 \text{ cm}$   
 Rapporto tra l'area della sezione di acciaio  $A_s$  e l'area di calcestruzzo efficace  $A_{c,eff}$   $\rho_{eff} = A_s/A_{c,eff} = 0.037564$   
 Deformazione di trazione massima in sezione fessurata  $\epsilon_{ps1} = 0.000598$   
 Deformazione di trazione minima in sezione fessurata  $\epsilon_{ps2} = 0.000000$   
 Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)  $k_1 = 0.800$   
 Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata  $k_2 = 0.500$   
 Coefficiente  $k_3 = 3.400$   
 Coefficiente  $k_4 = 0.425$   
 Distanza massima tra le fessure  $D_{smax} = 16.659 \text{ cm}$

##### c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure $w_k$

Deformazione unitaria media dell'armatura  $\epsilon_{psrm} = 0.000644$   
 Distanza massima tra le fessure  $D_{smax} = 16.659 \text{ cm}$   
 Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ( $w_k = 1.7 \epsilon_{psrm} D_{smax}$ )  $w_k = 0.182 \text{ mm}$

##### e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

Condizioni ambiente: Molto aggressive  
 Combinazioni di azioni: Frequenti  
 Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata  $w_k = 0.200 \text{ mm}$

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA A SBALZO (CORRENTE) - VERIFICA TENSIONALE - COMB. CARATTERISTICA**

|                                                                              |            |                                |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); | 15.893 cm) | SI                             |
| Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)             |            | Y= 15.89 cm                    |
| Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)                            |            | N= 0.00 kN                     |
| Momento flettente (M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)   |            | M= -122.21 kN.m                |
| Coefficiente di omogeneizzazione                                             |            | m= 15.00                       |
|                                                                              |            |                                |
| Ordinata asse neutro (dall'alto)                                             |            | ys= 20.07 cm                   |
| Ordinata asse neutro (dal basso)                                             |            | yi= 9.93 cm                    |
| Tensione calcestruzzo minima                                                 |            | sc1= -12.503 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione calcestruzzo massima                                                |            | sc2= 0.000 N/mm <sup>2</sup>   |
| Tensione acciaio minima                                                      |            | sf1= 246.95 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione acciaio massima                                                     |            | sf2= 246.95 N/mm <sup>2</sup>  |

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 9.93     | -12.503              | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 16            | 23.00   | 20.11              | 246.95               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 246.95               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 10          | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| Totale      |              |               | 23.00   | 25.13              |                      |

**Legenda**

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.**

(V.2014.11.15)

**SOLETTA A SBALZO (CORRENTE)**

**Combinazioni: Momento minimo / Taglio massimo**

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni  $y_s = 150.00$  [mm]  
Sforzo normale agente di calcolo  $N_{sd} = 0.00$  [kN]  
Momento agente di calcolo (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{sd}(y = y_s) = -164.98$  [kNm]  
Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione:  $y_g = 150.00$  mm)  $M_{sd}(y = y_g) = -164.98$  [kNm]

**DATI GEOMETRICI SEZIONE**

**Calcestruzzo trave: modello parabola-rettangolo**

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave  $f_{ck} = 32.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata  $\alpha_{cc} = 0.85$   
Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave  $\gamma_c = 1.50$   
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave  $f_{cd} = 18.133$  [N/mm<sup>2</sup>]  
Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave  $f_{ctd} = 1.411$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Elementi | b inf  | h     | b sup  | y inf | y sup | $\epsilon$ inf | $\epsilon$ sup | $\sigma$ inf         | $\sigma$ sup         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|-------|--------|-------|-------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
|          | [mm]   | [mm]  | [mm]   | [mm]  | [mm]  | ‰              | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 1000.0 | 300.0 | 1000.0 | 0.0   | 300.0 | -3.5000        | 12.1726        | -18.133              | 0.000                | -983.46  | 27.41    |
| 2        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 3        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        | 300.0 |        | 0.0   | 300.0 |                |                |                      |                      | -983.46  | 27.41    |

**Armatura ordinaria longitudinale: modello elastico-plastico indefinito**

Modulo di elasticità acciaio  $E_s = 210000.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
Resistenza caratteristica acciaio ordinario  $f_{yk} = 450.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario  $\gamma_s = 1.15$   
Deformazione massima di calcolo  $\epsilon_{ud} = 67.50$  ‰  
Resistenza di calcolo acciaio ordinario  $f_{yd} = 391.30$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Armature | Numero | Diametro | livello | area               | $\epsilon$ yd | $\epsilon$ acc | $\sigma$ acc         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|----------------------|----------|----------|
| strato   | ferri  | [mm]     | [mm]    | [mm <sup>2</sup> ] | ‰             | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 10     | 16       | 230.0   | 2010.62            | 1.8634        | 8.5157         | 391.30               | 786.76   | -180.96  |
| 2        | 2.5    | 16       | 230.0   | 502.65             | 1.8634        | 8.5157         | 391.30               | 196.69   | -45.24   |
| 3        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        |          | 230.0   | 2513.27            | 1.86335       | 8.5157         |                      | 983.46   | -226.19  |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE**

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d)  $\xi = 0.2913$   
Altezza totale della sezione  $h = 300.0$  [mm]  
Copriero armatura tesa  $c = 70.0$  [mm]  
Altezza utile (h-c)  $d = 230.0$  [mm]  
Profondità dell'asse neutro  $x = 67.0$  [mm]  
Rapporto tra copriero armatura tesa ed altezza utile (c/d)  $\beta = 0.3043$   
Braccio della coppia interna  $z = 202.13$  [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo  $\epsilon_{cls} = -3.5000$  ‰ in  $y = 0.00$  [mm]  
Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso  $\epsilon_{acc} = 8.5157$  ‰ in  $y = 230.00$  [mm]  
Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso  $\epsilon_{ap} = 0.0000$  ‰ in  $y =$  [mm]  
Campo di deformazione specifica  $\lambda = 3$   
Parametro di deformazione  $\lambda$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\lambda = -3.500E-03$   
Parametro di deformazione  $\mu$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\mu = 5.224E-05$  [mm<sup>-1</sup>]  
Sforzo normale resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $N_{rd}(y=0) = 0.00$  [kN]  
Momento resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $M_{rd}(y=0) = -198.79$  [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a  $y = y_s$ )  $N_{rd} = 0.00$  [kN]  
Momento resistente (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{rd} = -198.79$  [kNm]  
**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost)  $M_{rd}/M_{sd} = 1.205$**

**Controlli armatura ordinaria longitudinale massima e minima**

Area minima armature tese  $A_{s,min} = 401.83$  [mm<sup>2</sup>]  
Area massima armature tese o compresse  $A_{s,max} = 12000.00$  [mm<sup>2</sup>]  
Area totale armature tese  $A_{st} = 2513.27$  [mm<sup>2</sup>] (VERIFICATO:  $A_{st} \geq A_{s,min}$  E  $A_{st} \leq A_{s,max}$ )  
Area totale armature compresse  $A_{sc} = 0.00$  [mm<sup>2</sup>] (VERIFICATO:  $A_{sc} \leq A_{s,max}$ )

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO**

|                                                                                                          |      |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------|
| Sforzo normale agente di calcolo                                                                         | Nsd= | 0.00 [kN]     |
| Sforzo di taglio agente                                                                                  | Vd=  | 194.38 [kN]   |
| Carichi appesi o indiretti                                                                               | Cad= | 0.00 [kN/m]   |
| Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se: $av \leq d$ ; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) | av=  | 99999.00 [mm] |
| Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ( $p > 0$ per h crescente con M):  | p=   | 0.00          |
| Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura                                  | Vmd= | 0.00 [kN]     |
| Sforzo di taglio agente di calcolo: ( $Vsd = Vd + Vmd$ )                                                 | Vsd= | 194.38 [kN]   |

**Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**

|                                                                                                    |                 |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio                                            | bw=             | 1000.00 [mm]                 |
| Altezza utile sezione: $d = h - c$                                                                 | d=              | 230.00 [mm]                  |
| Braccio della coppia interna                                                                       | z=              | 202.13 [mm]                  |
| Area armature longitudinali tese                                                                   | Asl=            | 2513.27 [mm <sup>2</sup> ]   |
| Coefficiente: $k = 1 + (200/d)^{0.5} \leq 2$                                                       | k=              | 1.933                        |
| Coefficiente: $V_{min} = 0.035 * (k^{1.5}) * (f_{ck}^{0.5})$                                       | Vmin=           | 0.53189 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico armatura longitudinale: $\rho_l = Asl / (bw * d) \leq 0.02$                    | $\rho_l =$      | 0.01093                      |
| Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac \leq 0.2 * f_{cd}$           | $\sigma_{cp} =$ | 0.000 [N/mm <sup>2</sup> ]   |
| <b>Sforzo di taglio resistente</b>                                                                 | <b>Vrd=</b>     | <b>174.41 [kN]</b>           |
| <b>Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (<math>\geq 1</math>; solo calcestruzzo)</b> | <b>Vrd/Vsd=</b> | <b>0.897</b>                 |

**Armatura ordinaria trasversale (per taglio)**

|                                                                           |              |                                |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale                         | Esv=         | 210000.00 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale          | $f_{yk} =$   | 450.00 [N/mm <sup>2</sup> ]    |
| Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale | $\gamma_s =$ | 1.15                           |

|                                                                                     | Staffe                                    | Ferri piegati                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale                        | $f_{ysd} = 391.30$ [N/mm <sup>2</sup> ]   | $f_{ypd} = 313.04$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci                           | n= 5                                      | n= 0                                    |
| di diametro:                                                                        | $\phi_s = 10$ [mm]                        | $\phi_p = 0$ [mm]                       |
| interasse:                                                                          | ss= 100.00 [mm]                           | sp= 0.00 [mm]                           |
| Inclinazione rispetto all'asse della trave ( $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ) | $\alpha_s = 68.00^\circ$                  | $\alpha_p = 45.00^\circ$                |
| <b>Controllo area minima staffe</b>                                                 | $Asv, min = 1500.00$ [mm <sup>2</sup> /m] |                                         |
| <b>Controllo interassi massimi</b>                                                  | ss,max= 184.00 [mm]                       | sp,max= N.D. [mm]                       |

(VERIFICATO:  $Asv \geq A_{sv, min}$ )

|                                                                                                                                  |                       |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Inclinazione dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ )                       | $\cot \theta =$       | 2.316                      |
| Controllo limite inferiore $\cot \theta$ in caso di significativo sforzo normale:                                                |                       |                            |
| Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$                                                           | $\sigma_{cp} =$       | 0.000 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Tensione tangenziale baricentrica                                                                                                | $\tau_b =$            | 0.972 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Tensione principale massima baricentrica                                                                                         | $\sigma_1 =$          | 0.972 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Inclinazione minima dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave                                                  | $\cot \theta_{min} =$ | 1.000                      |
| Inclinazione assunta dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq \cot \theta_{min}$ ) | $\cot \theta =$       | 2.316                      |
| Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione $\theta$                                                      | a1=                   | 193.23 [mm]                |
| Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se: $Msd + \Delta M$ )                        | $\Delta M =$          | 37.56 [kNm]                |

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio**

**Verifica del calcestruzzo compresso**

|                                                                              |              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------|
| Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio                      | bw=          | 1000.00 [mm]               |
| Altezza utile sezione: $d = h - c$                                           | d=           | 230.00 [mm]                |
| Braccio della coppia interna                                                 | z=           | 202.13 [mm]                |
| Coefficiente $\alpha_c$ ( $\sigma_{cp} / f_{cd} = 0.000$ )                   | $\alpha_c =$ | 1.000                      |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: $f'_{cd} = 0.5 * f_{cd}$ | $f'_{cd} =$  | 9.067 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso)                         | Vrcd=        | 783.33 [kN]                |

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; calcestruzzo compresso)** **Vrcd/Vd= 4.030**

**Verifica dell'armatura trasversale d'anima**

|                                                                        |        |                           |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|
| Area delle armature trasversali (staffe)                               | Asv=   | 392.70 [mm <sup>2</sup> ] |
| Area staffe necessaria per carichi appesi                              | Ast'=  | 0.000 [mm <sup>2</sup> ]  |
| Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi | Ast''= | 392.70 [mm <sup>2</sup> ] |
| Area delle armature trasversali (ferri piegati)                        | Asw=   | 0.00 [mm <sup>2</sup> ]   |
| Sforzo di taglio resistente (staffe)                                   | Vrsd=  | 783.33 [kN]               |
| Sforzo di taglio resistente (ferri piegati)                            | Vrpd=  | 0.00 [kN]                 |
| Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali                | Vrsd=  | 783.33 [kN]               |

**Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd)** **Vrd= 783.33 [kN]**

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; armatura d'anima)** **Vrd/Vsd= 4.030**

### 5.3 Verifica in esercizio - Sbalzo laterale esterno in allargamento

Lo spessore della soletta in corrispondenza di tale sbalzo vale  $s = 23 + 7 = 30$  cm.

La luce di calcolo teorica si assume considerando l'incastro all'asse trave; la luce massima vale quindi:  
 $(12.75 - 8.125) / 2 + 1.05 = 3.36$  m.

All'estremità è previsto il cordolo (non pedonabile) di larghezza complessiva 180 cm, protetto da sicurvia; i carichi mobili considerati sono, in alternativa:

- una ruota singola (40 x 40 cm) da 150 kN dello schema di carico 1
- due ruote (40 x 40 cm) da 150 kN, con interasse 120 cm dello schema di carico 1
- una ruota singola (35 x 60 cm) da 200 kN dello schema di carico 2

La posizione più gravosa in senso trasversale si ha con due posizioni alternative:

- massimo momento flettente: carichi a ridosso del sicurvia
- massimo sforzo di taglio: carichi a una distanza pari al doppio dello spessore utile della soletta (54 cm) in modo da minimizzare la larghezza di ripartizione senza ridurre il taglio per la prossimità del vincolo (NTC 2008, § 4.1.2.1.3.3).

Si considera inoltre una combinazione di carico eccezionale in cui ai carichi mobili su citati si somma l'effetto di urto sul sicurvia assunto pari a 100 kN ripartiti su una larghezza di 0.50 m e ad un'altezza di 1 m dal piano viabile.

Si eseguono le verifiche allo SLU e allo SLE per quanto attiene l'apertura delle fessure (combinazione frequente) e lo stato tensionale dei materiali (combinazione rara); le verifiche sono riferite a una larghezza di 1 m.

Seguono i tabulati di determinazione delle sollecitazioni massime all'incastro e le verifiche allo stato limite ultimo e di esercizio.

Note:

- nelle verifiche si trascurano i ferri compressi
- nelle verifiche a fessurazione le condizioni ambientali (Aggressive) sono definite "Molto aggressive" in modo da ottenere l'apertura limite  $w_1 = 0.2$  mm per combinazioni frequenti.



**Verifica dello sbalzo trasversale: sezione corrente**

L= 3.360 m

|                                                                  |                                        |            |            |            |                          |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------|------------|------------|--------------------------|
| Altezza della lastra prefabbricata                               |                                        |            |            |            | 0.070 m                  |
| Altezza totale soletta all'incastro                              |                                        |            |            |            | 0.300 m                  |
| Altezza totale soletta all'estremità libera                      |                                        |            |            |            | 0.300 m                  |
| Lunghezza di calcolo dello sbalzo                                |                                        |            |            |            | 3.360 m                  |
| Larghezza del marciapiede                                        |                                        |            |            |            | 1.800 m                  |
| Altezza del marciapiede                                          |                                        |            |            |            | 0.150 m                  |
| Peso specifico calcestruzzo armato                               |                                        |            |            |            | 25.000 kN/m <sup>3</sup> |
| Altezza della massicciata                                        |                                        |            |            |            | 0.100 m                  |
| Peso della massicciata                                           |                                        |            |            |            | 2.000 kN/m <sup>2</sup>  |
| Peso del sicurvia                                                |                                        |            |            |            | 1.000 kN/m               |
| Distanza asse sicurvia da incastro                               |                                        |            |            |            | 1.940 m                  |
| Peso del parapetto                                               |                                        |            |            |            | 0.500 kN/m               |
| Distanza asse parapetto da incastro                              |                                        |            |            |            | 3.210 m                  |
| Peso della veletta                                               |                                        |            |            |            | 2.080 kN/m               |
| Distanza asse veletta da incastro                                |                                        |            |            |            | 3.360 m                  |
| Carico della folla (di combinazione)                             |                                        |            |            |            | 0.000 kN/m               |
| Distanza asse folla da incastro                                  |                                        |            |            |            | 0.000 m                  |
| Coefficiente dinamico                                            |                                        |            |            |            | 1.000                    |
| Schema di carico 1:                                              | Larghezza delle colonne di carico      |            |            |            | 3.000 m                  |
|                                                                  | Interasse ruote in senso trasversale   |            |            |            | 2.000 m                  |
|                                                                  | Interasse ruote in senso longitudinale |            |            |            | 1.200 m                  |
|                                                                  | Lati dell'impronta ruota: L=           | 0.400 m    | T=         |            | 0.400 m                  |
|                                                                  |                                        | 1° colonna | 2° colonna | 3° colonna |                          |
|                                                                  | Peso singola ruota                     | 150.000    | 100.000    |            | 50.000 kN                |
|                                                                  | Carico distribuito                     | 9.000      | 2.500      |            | 2.500 kN/m <sup>2</sup>  |
| Schema di carico 2:                                              | Interasse ruote in senso trasversale   |            |            |            | 2.000 m                  |
|                                                                  | Interasse ruote in senso longitudinale |            |            |            | 0.000 m                  |
|                                                                  | Lati dell'impronta ruota: L=           | 0.350 m    | T=         |            | 0.600 m                  |
|                                                                  | Peso singola ruota                     |            |            |            | 200.000 kN               |
| Angolo di ripartizione verticale dei carichi nello spessore      |                                        |            |            |            | 45.000 °                 |
| Angolo di ripartizione orizzontale dei carichi (effetto piastra) |                                        |            |            |            | 45.000 °                 |

Tabella dei carichi mobili  
 n° ruote = numero ruote carico considerato  
 b= braccio del carico in esame (risultante)  
 lrip = larghezza di ripartizione del carico ruote  
 q= carico distribuito sulla larghezza di ripartizione

|            | n° carico              | n° ruote | Massimo momento flettente |          |           | Massimo sforzo di taglio |          |           |
|------------|------------------------|----------|---------------------------|----------|-----------|--------------------------|----------|-----------|
|            |                        |          | bm (m)                    | lrip (m) | qm (kN/m) | bt (m)                   | lrip (m) | qt (kN/m) |
| 1° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.780                     | 1.000    | 14.040    | 0.480                    | 1.000    | 8.640     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 1.060                     | 2.950    | 50.847    | 0.460                    | 1.750    | 85.714    |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 1.060                     | 4.150    | 72.289    | 0.460                    | 2.950    | 101.695   |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
| 2° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.000                     | 1.000    | 0.000     | 0.000                    | 1.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 0.000                     | 0.830    | 0.000     | 0.000                    | 0.830    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
| 3° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.000                     | 1.000    | 0.000     | 0.000                    | 1.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 0.000                     | 0.830    | 0.000     | 0.000                    | 0.830    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 2.030    | 0.000     | 0.000                    | 2.030    | 0.000     |
|            | Schema 2 - 1° fila     | 1        | 1.260                     | 3.300    | 60.606    | 0.460                    | 1.700    | 117.647   |
|            | Schema 2 - 2° fila     | 1        | 0.000                     | 0.000    | 0.000     | 0.000                    | 0.780    | 0.000     |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| Effetto d'urto sul sicurvia (azione eccezionale) | 100.000 kN |
| Altezza della forza d'urto da estradosso soletta | 1.100 m    |
| Larghezza di ripartizione urto                   | 4.910 m    |

**Sollecitazioni all'incastro; sezione corrente**

| Tipo di carico            | Tagli (kN/m) | Momenti (kNm/m) | Sf.norm (kN/m) |
|---------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| Peso proprio (rettangolo) | 25.200       | -42.336         | 0.000          |
| Peso proprio (triangolo)  | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Marciapiede               | 6.750        | -16.605         | 0.000          |
| Massicciata               | 3.120        | -2.434          | 0.000          |
| Sicurvia                  | 1.000        | -1.940          | 0.000          |
| Parapetto                 | 0.500        | -1.605          | 0.000          |
| Veletta                   | 2.080        | -6.989          | 0.000          |
| Folla                     | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Schema 1 - distribuito    | 8.640        | -10.951         | 0.000          |
| Schema 1 (tandem max)     | 101.695      | -76.627         | 0.000          |
| Schema 2 (max)            | 117.647      | -76.364         | 0.000          |
| Urto                      | 0.000        | -25.458         | 20.367         |

|                                      |            |                 |                   |                        |                          |
|--------------------------------------|------------|-----------------|-------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>Coefficienti parziali</b> (γ X ψ) | <b>SLU</b> | <b>SLU ECC:</b> | <b>SLE (rare)</b> | <b>SLE (frequenti)</b> | <b>SLE (quasi perm.)</b> |
| Carichi permanenti                   | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 1.000                  | 1.000                    |
| Carichi mobili - Tandem              | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 0.750                  | 0.000                    |
| Carichi mobili - Distribuiti         | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 0.400                  | 0.000                    |

**Sollecitazioni complessive all'incastro; sezione corrente**

| Tipo di carico                         | Tagli (kN/m) | Momenti (kNm/m) | Sf.norm (kN/m) |
|----------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| SLU Totali perm.+ mobili               | 211.001      | -215.306        | 0.000          |
| SLU ECC. Totali perm.+ mobili + urto   | 156.297      | -184.944        | 20.367         |
| SLE (rare) Totali perm.+ mobili        | 156.297      | -159.486        | 0.000          |
| SLE (frequenti) Totali perm.+ mobili   | 126.885      | -133.759        | 0.000          |
| SLE (quasi perm.) Totali perm.+ mobili | 38.650       | -71.908         | 0.000          |

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA A SBALZO (ALLARGAMENTO ESTERNO) - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE**

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (S/NO); 16.233 cm) SI  
 Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici) Y= 16.23 cm  
 Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione) N= 0.00 kN  
 Momento flettente (M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori) M= -133.76 kN.m  
 Coefficiente di omogeneizzazione m= 15.00

Ordinata asse neutro (dall'alto) ys= 18.69 cm  
 Ordinata asse neutro (dal basso) yi= 11.31 cm  
 Tensione calcestruzzo minima sc1= -12.303 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione calcestruzzo massima sc2= 0.000 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio minima sf1= 190.86 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio massima sf2= 190.86 N/mm<sup>2</sup>

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 11.31    | -12.303              | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 20            | 23.00   | 31.42              | 190.86               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 190.86               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 10          | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| Totale      |              |               | 23.00   | 36.44              |                      |

**Legenda**

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

## VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

### TITOLO: SOLETTA A SBALZO (ALLARGAMENTO ESTERNO) - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :

D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - Paragrafo 4.1.2.2.4  
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 21 gennaio 2019, N. 7 - Istruzioni per l'applicazione  
dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018" .

#### DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio  
Sensibilità armatura  
Condizioni ambientali  
Combinazione di azioni

Aderenza migliorata  
Poco sensibile  
Molto aggressive  
Frequenti

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

|                                                                                                          |        |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|
| Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio                                         | fck=   | 32.0 N/mm <sup>2</sup>  |
| Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ( fctm = 0.30 (fck) <sup>(2/3)</sup> )           | fctm=  | 3.024 N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ( fctk = fctm/1.2 )                         | fctk=  | 2.520 N/mm <sup>2</sup> |
| Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive): |        |                         |
| Tensione di trazione massima nel calcestruzzo                                                            | scmax= | 7.233 N/mm <sup>2</sup> |

**La sezione NON è verificata allo stato limite di formazione delle fessure**

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

##### a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

|                                                                                                           |                        |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Modulo elastico del calcestruzzo                                                                          | Ec=                    | 33346 N/mm <sup>2</sup>   |
| Modulo elastico delle armature                                                                            | Es=                    | 210000 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata                                                          | sigmas=                | 190.860 N/mm <sup>2</sup> |
| Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | b,eff=                 | 100.000 cm                |
| Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2]                                    | h,eff=                 | 6.231 cm                  |
| Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | Ac,eff = b,eff h,eff = | 623.112 cm <sup>2</sup>   |
| Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff                                             | As=                    | 36.442 cm <sup>2</sup>    |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                  | ro,eff=As/Ac,eff=      | 0.058485                  |
| Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata) | kt=                    | 0.6                       |
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                                                 | epsrm=                 | 0.000707                  |
| Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es )                 | epsrm,lim=             | 0.000545                  |

##### b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

|                                                                                                              |                   |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| Distanza tra le barre (Int - fi)                                                                             | s1=               | 8.100 cm  |
| Diametro equivalente delle barre tese                                                                        | fi=               | 19 mm     |
| Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)                                                                   | c=                | 6.000 cm  |
| Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo (s = 5*(c+fi/2))                                      | b=                | 34.833 cm |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                     | ro,eff=As/Ac,eff= | 0.058485  |
| Deformazione di trazione massima in sezione fessurata                                                        | eps1=             | 0.000610  |
| Deformazione di trazione minima in sezione fessurata                                                         | eps2=             | 0.000000  |
| Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce) | k1=               | 0.800     |
| Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata                   | k2=               | 0.500     |
| Coefficiente                                                                                                 | k3=               | 3.400     |
| Coefficiente                                                                                                 | k4=               | 0.425     |
| Distanza massima tra le fessure                                                                              | Dsmax=            | 15.306 cm |

##### c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

|                                                                            |        |           |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                  | epsrm= | 0.000707  |
| Distanza massima tra le fessure                                            | Dsmax= | 15.306 cm |
| Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ( wk = 1.7 epsrm Dsmax ) | wk=    | 0.184 mm  |

##### e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Condizioni ambiente:    | Molto aggressive |
| Combinazioni di azioni: | Frequenti        |
| Tipo di armatura:       | Poco sensibile   |

|                                                                                                     |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata | wk= | 0.200 mm |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|

**La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure**

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA A SBALZO (ALLARGAMENTO ESTERNO) - VERIFICA TENSIONALE - COMB. CARATTERISTICA**

|                                                                              |           |                           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|
| Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); | 16.233 cm | SI                        |
| Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)             | Y=        | 16.23 cm                  |
| Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)                            | N=        | 0.00 kN                   |
| Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)    | M=        | -159.49 kN.m              |
| Coefficiente di omogeneizzazione                                             | m=        | 15.00                     |
| Ordinata asse neutro (dall'alto)                                             | ys=       | 18.69 cm                  |
| Ordinata asse neutro (dal basso)                                             | yi=       | 11.31 cm                  |
| Tensione calcestruzzo minima                                                 | sc1=      | -14.670 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione calcestruzzo massima                                                | sc2=      | 0.000 N/mm <sup>2</sup>   |
| Tensione acciaio minima                                                      | sf1=      | 227.57 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione acciaio massima                                                     | sf2=      | 227.57 N/mm <sup>2</sup>  |

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 11.31    | -14.670              | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 20            | 23.00   | 31.42              | 227.57               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 227.57               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 10          | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| Totale      |              |               | 23.00   | 36.44              |                      |

**Legenda**

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

SOLETTA A SBALZO - ALLARGAMENTO ESTERNO

Combinazioni: **Momento minimo / Taglio massimo**

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni  $y_s = 150.00$  [mm]  
 Sforzo normale agente di calcolo  $N_{sd} = 0.00$  [kN]  
 Momento agente di calcolo (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{sd}(y=y_s) = -215.31$  [kNm]  
 Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione:  $y_g = 150.00$  mm)  $M_{sd}(y=y_g) = -215.31$  [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: modello parabola-rettangolo

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave  $f_{ck} = 32.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata  $\alpha_{cc} = 0.85$   
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave  $\gamma_c = 1.50$   
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave  $f_{cd} = 18.133$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave  $f_{ctd} = 1.411$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Elementi | b inf  | h     | b sup  | y inf | y sup | $\epsilon$ inf | $\epsilon$ sup | $\sigma$ inf         | $\sigma$ sup         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|-------|--------|-------|-------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
|          | [mm]   | [mm]  | [mm]   | [mm]  | [mm]  | ‰              | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 1000.0 | 300.0 | 1000.0 | 0.0   | 300.0 | -3.5000        | 7.3087         | -18.133              | 0.000                | -1426.01 | 57.62    |
| 2        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 3        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        | 300.0 |        | 0.0   | 300.0 |                |                |                      |                      | -1426.01 | 57.62    |

Armatura ordinaria longitudinale: modello elastico-plastico indefinito

Modulo di elasticità acciaio  $E_s = 210000.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario  $f_{yk} = 450.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario  $\gamma_s = 1.15$   
 Deformazione massima di calcolo  $\epsilon_{ud} = 67.50$  ‰  
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario  $f_{yd} = 391.30$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Armature | Numero | Diametro | livello | area               | $\epsilon$ yd | $\epsilon$ acc | $\sigma$ acc         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|----------------------|----------|----------|
| strato   | ferri  | [mm]     | [mm]    | [mm <sup>2</sup> ] | ‰             | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 10     | 20       | 230.0   | 3141.59            | 1.8634        | 4.7867         | 391.30               | 1229.32  | -282.74  |
| 2        | 2.5    | 16       | 230.0   | 502.65             | 1.8634        | 4.7867         | 391.30               | 196.69   | -45.24   |
| 3        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        |          | 230.0   | 3644.25            | 1.86335       | 4.7867         |                      | 1426.01  | -327.98  |

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d)  $\xi = 0.4224$   
 Altezza totale della sezione  $h = 300.0$  [mm]  
 Copriferro armatura tesa  $c = 70.0$  [mm]  
 Altezza utile (h-c)  $d = 230.0$  [mm]  
 Profondità dell'asse neutro  $x = 97.1$  [mm]  
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d)  $\beta = 0.3043$   
 Braccio della coppia interna  $z = 189.59$  [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo  $\epsilon_{cls} = -3.5000$  ‰ in  $y = 0.00$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso  $\epsilon_{acc} = 4.7867$  ‰ in  $y = 230.00$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso  $\epsilon_{ap} = 0.0000$  ‰ in  $y =$  [mm]  
 Campo di deformazione specifica  $\lambda = 3$   
 Parametro di deformazione  $\lambda$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\lambda = -3.500E-03$   
 Parametro di deformazione  $\mu$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\mu = 3.603E-05$  [mm<sup>-1</sup>]  
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $N_{rd}(y=0) = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $M_{rd}(y=0) = -270.36$  [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a  $y=y_s$ )  $N_{rd} = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto a  $y=y_s$ )  $M_{rd} = -270.36$  [kNm]  
 Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $N_{rd}=cost$ )  $M_{rd}/M_{sd} = 1.256$

Controlli armatura ordinaria longitudinale massima e minima

Area minima armature tese  $A_{s,min} = 401.83$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area massima armature tese o compresse  $A_{s,max} = 12000.00$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area totale armature tese  $A_{st} = 3644.25$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area totale armature compresse  $A_{sc} = 0.00$  [mm<sup>2</sup>]

(VERIFICATO:  $A_{st} \geq A_{s,min}$  E  $A_{st} \leq A_{s,max}$ )  
 (VERIFICATO:  $A_{sc} \leq A_{s,max}$ )

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO**

Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio agente Vd= 211.00 [kN]  
 Carichi appesi o indiretti Cad= 0.00 [kN/m]

Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se:  $av \leq d$ ; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) av= 99999.00 [mm]  
 Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ( $p > 0$  per h crescente con M): p= 0.00  
 Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura Vmd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio agente di calcolo: ( $Vsd = Vd + Vmd$ ) Vsd= 211.00 [kN]

**Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]  
 Altezza utile sezione:  $d = h - c$  d= 230.00 [mm]  
 Braccio della coppia interna z= 189.59 [mm]  
 Area armature longitudinali tese Asl= 3644.25 [mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente:  $k = 1 + (200/d)^{0.5} \leq 2$  k= 1.933  
 Coefficiente:  $V_{min} = 0.035 * (k^{1.5}) * (f_{ck}^{0.5})$  Vmin= 0.53189 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Rapporto geometrico armatura longitudinale:  $\rho_l = Asl / (bw * d) \leq 0.02$   $\rho_l = 0.01584$   
 Tensione media di compressione nella sezione:  $\sigma_{cp} = Nsd / Ac \leq 0.2 * f_{cd}$   $\sigma_{cp} = 0.000$  [N/mm<sup>2</sup>]  
**Sforzo di taglio resistente** Vrd= 197.41 [kN]  
**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\gamma > 1$ ; solo calcestruzzo)** Vrd/Vsd= 0.936

**Armatura ordinaria trasversale (per taglio)**

Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale Esv= 210000.00 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale fywk= 450.00 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale  $\gamma_s = 1.15$

|                                                                                     | Staffe                                | Ferri piegati                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale                        | fysd= 391.30 [N/mm <sup>2</sup> ]     | fypd= 313.04 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci                           | n= 5                                  | n= 0                              |
| di diametro:                                                                        | $\phi_s = 10$ [mm]                    | $\phi_p = 0$ [mm]                 |
| interasse:                                                                          | ss= 100.00 [mm]                       | sp= 0.00 [mm]                     |
| Inclinazione rispetto all'asse della trave ( $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ) | $\alpha_s = 68.00^\circ$              | $\alpha_p = 45.00^\circ$          |
| <b>Controllo area minima staffe</b>                                                 | Asv,min= 1500.00 [mm <sup>2</sup> /m] |                                   |
| <b>Controllo interassi massimi</b>                                                  | ss,max= 184.00 [mm]                   | sp,max= N.D. [mm]                 |

(VERIFICATO:  $Asv \geq A_{sv,min}$ )

Inclinazione dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ ) cot  $\theta$  = 2.316  
 Controllo limite inferiore cot  $\theta$  in caso di significativo sforzo normale:  
 Tensione media di compressione nella sezione:  $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$   $\sigma_{cp} = 0.000$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tensione tangenziale baricentrica  $\tau_b = 1.055$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tensione principale massima baricentrica  $\sigma_t = 1.055$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Inclinazione minima dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave cot  $\theta$  = 1.000  
 Inclinazione assunta dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq \cot \theta$ ) cot  $\theta$  = 2.316  
 Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione  $\theta$  a1= 181.24 [mm]  
 Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se:  $Msd + \Delta M$ )  $\Delta M = 38.24$  [kNm]

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio**

**Verifica del calcestruzzo compresso**

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]  
 Altezza utile sezione:  $d = h - c$  d= 230.00 [mm]  
 Braccio della coppia interna z= 189.59 [mm]  
 Coefficiente  $\alpha_c$  ( $\sigma_{cp} / f_{cd} = 0.000$ )  $\alpha_c = 1.000$   
 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:  $f'_{cd} = 0.5 * f_{cd}$   $f'_{cd} = 9.067$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso) Vrcd= 734.73 [kN]

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\gamma > 1$ ; calcestruzzo compresso)** Vrcd/Vd= 3.482

**Verifica dell'armatura trasversale d'anima**

Area delle armature trasversali (staffe) Asv= 392.70 [mm<sup>2</sup>]  
 Area staffe necessaria per carichi appesi Ast'= 0.000 [mm<sup>2</sup>]  
 Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi Ast''= 392.70 [mm<sup>2</sup>]  
 Area delle armature trasversali (ferri piegati) Asw= 0.00 [mm<sup>2</sup>]  
 Sforzo di taglio resistente (staffe) Vrsd= 734.73 [kN]  
 Sforzo di taglio resistente (ferri piegati) Vrpd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali Vrsd= 734.73 [kN]

**Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd)** Vrd= 734.73 [kN]

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\gamma > 1$ ; armatura d'anima)** Vrd/Vsd= 3.482

## 5.4 Verifica in esercizio - Sbalzo laterale – Zona in prossimità dei giunti

Si effettuano le verifiche dello sbalzo in prossimità dei giunti (discontinuità strutturale) in cui:

- si considera un coefficiente dinamico dei carichi mobili pari a  $k_d = 1.5$
- i carichi mobili si ripartiscono su un solo lato.

Lo spessore della soletta in corrispondenza di tale sbalzo vale  $s = 23 + 7 = 30$  cm.

La luce di calcolo teorica si assume considerando l'incastro all'asse trave; la luce massima vale quindi:  
 $(12.75 - 8.125) / 2 = 2.31$  m.

All'estremità è previsto il cordolo di larghezza complessiva 75 cm, protetto da sicurvia; i carichi mobili considerati sono, in alternativa:

- una ruota singola (40 x 40 cm) da 150 kN dello schema di carico 1
- due ruote (40 x 40 cm) da 150 kN, con interasse 120 cm dello schema di carico 1
- una ruota singola (35 x 60 cm) da 200 kN dello schema di carico 2

La posizione più gravosa in senso trasversale si ha con due posizioni alternative:

- massimo momento flettente: carichi a ridosso del sicurvia
- massimo sforzo di taglio: carichi a una distanza pari al doppio dello spessore utile della soletta (46 cm) in modo da minimizzare la larghezza di ripartizione senza ridurre il taglio per la prossimità del vincolo (NTC 2008, § 4.1.2.1.3.3).

Si considera inoltre una combinazione di carico eccezionale in cui ai carichi mobili su citati si somma l'effetto di urto sul sicurvia assunto pari a 100 kN ripartiti su una larghezza di 0.50 m e ad un'altezza di 1 m dal piano viabile.

Si eseguono le verifiche allo SLU e allo SLE per quanto attiene l'apertura delle fessure (combinazione frequente) e lo stato tensionale dei materiali (combinazione rara); le verifiche sono riferite a una larghezza di 1 m.

Seguono i tabulati di determinazione delle sollecitazioni massime all'incastro e le verifiche allo stato limite ultimo e di esercizio.

Note:

- nelle verifiche si considerano i ferri compressi
- nelle verifiche a fessurazione le condizioni ambientali (Aggressive) sono definite "Molto aggressive" in modo da ottenere l'apertura limite  $w_1 = 0.2$  mm per combinazioni frequenti.

Verifica dello sbalzo trasversale: sezione di estremità L = 2.310 m

|                                                                  |                                        |    |            |            |                          |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----|------------|------------|--------------------------|
| Altezza della lastra prefabbricata                               |                                        |    |            |            | 0.070 m                  |
| Altezza totale soletta all'incastro                              |                                        |    |            |            | 0.300 m                  |
| Altezza totale soletta all'estremità libera                      |                                        |    |            |            | 0.300 m                  |
| Lunghezza di calcolo dello sbalzo                                |                                        |    |            |            | 2.310 m                  |
| Larghezza del marciapiede                                        |                                        |    |            |            | 0.750 m                  |
| Altezza del marciapiede                                          |                                        |    |            |            | 0.150 m                  |
| Peso specifico calcestruzzo armato                               |                                        |    |            |            | 25.000 kN/m <sup>3</sup> |
| Altezza della massicciata                                        |                                        |    |            |            | 0.100 m                  |
| Peso della massicciata                                           |                                        |    |            |            | 2.000 kN/m <sup>2</sup>  |
| Peso del sicurvia                                                |                                        |    |            |            | 1.000 kN/m               |
| Distanza asse sicurvia da incastro                               |                                        |    |            |            | 1.940 m                  |
| Peso del parapetto                                               |                                        |    |            |            | 0.000 kN/m               |
| Distanza asse parapetto da incastro                              |                                        |    |            |            | 2.260 m                  |
| Peso della veletta                                               |                                        |    |            |            | 2.080 kN/m               |
| Distanza asse veletta da incastro                                |                                        |    |            |            | 2.310 m                  |
| Carico della folla (di combinazione)                             |                                        |    |            |            | 0.000 kN/m               |
| Distanza asse folla da incastro                                  |                                        |    |            |            | 0.000 m                  |
| Coefficiente dinamico                                            |                                        |    |            |            | 1.500                    |
| Schema di carico 1:                                              | Larghezza delle colonne di carico      |    |            |            | 3.000 m                  |
|                                                                  | Interasse ruote in senso trasversale   |    |            |            | 2.000 m                  |
|                                                                  | Interasse ruote in senso longitudinale |    |            |            | 1.200 m                  |
|                                                                  | Lati dell'impronta ruota:              | L= | 0.400 m    | T=         | 0.400 m                  |
|                                                                  |                                        |    | 1° colonna | 2° colonna | 3° colonna               |
|                                                                  | Peso singola ruota                     |    | 150.000    | 100.000    | 50.000 kN                |
|                                                                  | Carico distribuito                     |    | 9.000      | 2.500      | 2.500 kN/m <sup>2</sup>  |
| Schema di carico 2:                                              | Interasse ruote in senso trasversale   |    |            |            | 2.000 m                  |
|                                                                  | Interasse ruote in senso longitudinale |    |            |            | 0.000 m                  |
|                                                                  | Lati dell'impronta ruota:              | L= | 0.350 m    | T=         | 0.600 m                  |
|                                                                  | Peso singola ruota                     |    |            |            | 200.000 kN               |
| Angolo di ripartizione verticale dei carichi nello spessore      |                                        |    |            |            | 45.000 °                 |
| Angolo di ripartizione orizzontale dei carichi (effetto piastra) |                                        |    |            |            | 45.000 °                 |

Tabella dei carichi mobili

|            |                                                    |
|------------|----------------------------------------------------|
| n° ruote = | numero ruote carico considerato                    |
| b=         | braccio del carico in esame (risultante)           |
| lrip =     | larghezza di ripartizione del carico ruote         |
| q=         | carico distribuito sulla larghezza di ripartizione |

|            | n° carico              | n° ruote | Massimo momento flettente |          |           | Massimo sforzo di taglio |          |           |
|------------|------------------------|----------|---------------------------|----------|-----------|--------------------------|----------|-----------|
|            |                        |          | bm (m)                    | Irip (m) | qm (kN/m) | bt (m)                   | Irip (m) | qt (kN/m) |
| 1° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.780                     | 1.000    | 21.060    | 0.480                    | 1.000    | 8.640     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 1.060                     | 1.675    | 134.328   | 0.460                    | 1.075    | 209.302   |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 1.060                     | 2.875    | 156.522   | 0.460                    | 2.275    | 197.802   |
| 2° colonna | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 1.815    | 0.000     | 0.000                    | 1.815    | 0.000     |
|            | Schema 1 - distribuito |          | 0.000                     | 1.000    | 0.000     | 0.000                    | 1.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 0.000                     | 0.615    | 0.000     | 0.000                    | 0.615    | 0.000     |
| 3° colonna | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 0.000                     | 1.815    | 0.000     | 0.000                    | 1.815    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 1.815    | 0.000     | 0.000                    | 1.815    | 0.000     |
|            | Schema 1 - distribuito |          | 0.000                     | 1.000    | 0.000     | 0.000                    | 1.000    | 0.000     |
| 3° colonna | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 0.000                     | 0.615    | 0.000     | 0.000                    | 0.615    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 0.000                     | 1.815    | 0.000     | 0.000                    | 1.815    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 1.815    | 0.000     | 0.000                    | 1.815    | 0.000     |
|            | Schema 2 - 1° fila     | 1        | 1.260                     | 1.825    | 164.384   | 0.460                    | 1.025    | 292.683   |
|            | Schema 2 - 2° fila     | 1        | 0.000                     | 0.000    | 0.000     | 0.000                    | 0.565    | 0.000     |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| Effetto d'urto sul sicurvia (azione eccezionale) | 100.000 kN |
| Altezza della forza d'urto da estradosso soletta | 1.100 m    |
| Larghezza di ripartizione urto                   | 2.705 m    |

Sollecitazioni all'incastro; sezione di estremità

| Tipo di carico            | Tagli (kN/m) | Momenti (kNm/m) | Sf.norm (kN/m) |
|---------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| Peso proprio (rettangolo) | 17.325       | -20.010         | 0.000          |
| Peso proprio (triangolo)  | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Marciapiede               | 2.813        | -5.442          | 0.000          |
| Massicciata               | 3.120        | -2.434          | 0.000          |
| Sicurvia                  | 1.000        | -1.940          | 0.000          |
| Parapetto                 | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Veletta                   | 2.080        | -4.805          | 0.000          |
| Folla                     | 0.000        | 0.000           | 0.000          |
| Schema 1 - distribuito    | 8.640        | -16.427         | 0.000          |
| Schema 1 (tandem max)     | 209.302      | -165.913        | 0.000          |
| Schema 2 (max)            | 292.683      | -207.123        | 0.000          |
| Urto                      | 0.000        | -46.211         | 36.969         |

|                                      |            |                 |                   |                        |                          |
|--------------------------------------|------------|-----------------|-------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>Coefficienti parziali</b> (γ x ψ) | <b>SLU</b> | <b>SLU ECC:</b> | <b>SLE (rare)</b> | <b>SLE (frequenti)</b> | <b>SLE (quasi perm.)</b> |
| Carichi permanenti                   | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 1.000                  | 1.000                    |
| Carichi mobili - Tandem              | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 0.750                  | 0.000                    |
| Carichi mobili - Distribuiti         | 1.350      | 1.000           | 1.000             | 0.400                  | 0.000                    |

Sollecitazioni complessive all'incastro; sezione di estremità

| Tipo di carico                         | Tagli (kN/m) | Momenti (kNm/m) | Sf.norm (kN/m) |
|----------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| SLU Totali perm.+ mobili               | 430.678      | -326.368        | 0.000          |
| SLU ECC. Totali perm.+ mobili + urto   | 319.020      | -287.965        | 36.969         |
| SLE (rare) Totali perm.+ mobili        | 319.020      | -241.754        | 0.000          |
| SLE (frequenti) Totali perm.+ mobili   | 245.850      | -189.973        | 0.000          |
| SLE (quasi perm.) Totali perm.+ mobili | 26.338       | -34.631         | 0.000          |



**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA A SBALZO (SEZ. DI ESTREMITA') - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE**

|                                                                              |            |                                |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); | 15.785 cm) | SI                             |
| Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)             |            | Y= 15.79 cm                    |
| Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)                            |            | N= 0.00 kN                     |
| Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)    |            | M= -189.97 kN.m                |
| Coefficiente di omogeneizzazione                                             |            | m= 15.00                       |
| Ordinata asse neutro (dall'alto)                                             |            | ys= 18.43 cm                   |
| Ordinata asse neutro (dal basso)                                             |            | yi= 11.57 cm                   |
| Tensione calcestruzzo minima                                                 |            | sc1= -13.415 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione calcestruzzo massima                                                |            | sc2= 0.000 N/mm <sup>2</sup>   |
| Tensione acciaio minima                                                      |            | sf1= -122.94 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione acciaio massima                                                     |            | sf2= 198.91 N/mm <sup>2</sup>  |

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 11.57    | -13.415              | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 24            | 23.00   | 45.24              | 198.91               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 198.91               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 4            | 20            | 4.50    | 12.57              | -122.94              |
| 10          | 5            | 12            | 4.50    | 5.65               | -122.94              |
| Totale      |              |               | 18.08   | 68.49              |                      |

**Legenda**

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

## VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

### TITOLO: SOLETTA A SBALZO (SEZ. DI ESTREMITA') - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :

D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - Paragrafo 4.1.2.2.4  
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 21 gennaio 2019, N. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018" .

#### DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio  
Sensibilità armatura  
Condizioni ambientali  
Combinazione di azioni

Aderenza migliorata  
Poco sensibile  
Molto aggressive  
Frequenti

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

|                                                                                                          |        |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|
| Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio                                         | fck=   | 32.0 N/mm <sup>2</sup>  |
| Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ( fctm = 0.30 (fck) <sup>(2/3)</sup> )           | fctm=  | 3.024 N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ( fck = fctm/1.2 )                          | fck=   | 2.520 N/mm <sup>2</sup> |
| Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive): |        |                         |
| Tensione di trazione massima nel calcestruzzo                                                            | scmax= | 8.974 N/mm <sup>2</sup> |

**La sezione NON è verificata allo stato limite di formazione delle fessure**

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

##### a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

|                                                                                                           |                      |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Modulo elastico del calcestruzzo                                                                          | Ec=                  | 33346 N/mm <sup>2</sup>   |
| Modulo elastico delle armature                                                                            | Es=                  | 210000 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata                                                          | sigmas=              | 198.911 N/mm <sup>2</sup> |
| Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | b,eff=               | 100.000 cm                |
| Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]                                   | h,eff=               | 6.144 cm                  |
| Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | Ac,eff = b,eff h,eff | 614.449 cm <sup>2</sup>   |
| Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff                                             | As=                  | 50.265 cm <sup>2</sup>    |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                  | ro,eff=As/Ac,eff     | 0.081806                  |
| Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata) | kt=                  | 0.6                       |
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                                                 | epsrm=               | 0.000787                  |
| Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es )                 | epsrm,lim=           | 0.000568                  |

##### b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

|                                                                                                              |                   |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| Distanza tra le barre (Int - fi)                                                                             | s1=               | 7.700 cm  |
| Diametro equivalente delle barre tese                                                                        | fi=               | 23 mm     |
| Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)                                                                   | c=                | 5.800 cm  |
| Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo (s = 5*(c+fi/2))                                      | b=                | 34.714 cm |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                     | ro,eff=As/Ac,eff= | 0.081806  |
| Deformazione di trazione massima in sezione fessurata                                                        | eps1=             | 0.000641  |
| Deformazione di trazione minima in sezione fessurata                                                         | eps2=             | 0.000000  |
| Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce) | k1=               | 0.800     |
| Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata                   | k2=               | 0.500     |
| Coefficiente                                                                                                 | k3=               | 3.400     |
| Coefficiente                                                                                                 | k4=               | 0.425     |
| Distanza massima tra le fessure                                                                              | Dsmax=            | 14.394 cm |

##### c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

|                                                                            |        |           |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                  | epsrm= | 0.000787  |
| Distanza massima tra le fessure                                            | Dsmax= | 14.394 cm |
| Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ( wk = 1.7 epsrm Dsmax ) | wk=    | 0.193 mm  |

##### e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

Condizioni ambiente: Molto aggressive  
Combinazioni di azioni: Frequenti  
Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata wk= 0.200 mm

**La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure**

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**
**TITOLO: SOLETTA A SBALZO (SEZ. DI ESTREMITA') - VERIFICA TENSIONALE - COMB. CARATTERISTICA**

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); 15.785 cm) SI  
 Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici) Y= 15.79 cm  
 Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione) N= 0.00 kN  
 Momento flettente (M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori) M= -241.75 kN.m  
 Coefficiente di omogeneizzazione m= 15.00

Ordinata asse neutro (dall'alto) ys= 18.43 cm  
 Ordinata asse neutro (dal basso) yi= 11.57 cm  
 Tensione calcestruzzo minima sc1= -17.072 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione calcestruzzo massima sc2= 0.000 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio minima sf1= -156.45 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio massima sf2= 253.13 N/mm<sup>2</sup>

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 11.57    | -17.072              | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 24            | 23.00   | 45.24              | 253.13               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 253.13               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 4            | 20            | 4.50    | 12.57              | -156.45              |
| 10          | 5            | 12            | 4.50    | 5.65               | -156.45              |
| Totale      |              |               | 18.08   | 68.49              |                      |

**Legenda**

bi= base inferiore trapezio  
 h= altezza trapezio  
 bs= base superiore trapezio  
 Yi= ordinata base inferiore trapezio  
 Ys= ordinata di base superiore trapezio  
 Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si  
 Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss  
 si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'  
 ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'  
 Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf  
 Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af  
 sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

SOLETTA A SBALZO - SEZIONE DI ESTREMITA'

Combinazioni: **Momento minimo / Taglio massimo**

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni  $y_s = 150.00$  [mm]  
 Sforzo normale agente di calcolo  $N_{sd} = 0.00$  [kN]  
 Momento agente di calcolo (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{sd}(y=y_s) = -326.37$  [kNm]  
 Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione:  $y_g = 150.00$  mm)  $M_{sd}(y=y_g) = -326.37$  [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: **modello parabola-rettangolo**

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave  $f_{ck} = 32.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata  $\alpha_{cc} = 0.85$   
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave  $\gamma_c = 1.50$   
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave  $f_{cd} = 18.133$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave  $f_{ctd} = 1.411$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Elementi | b inf  | h     | b sup  | y inf | y sup | $\epsilon$ inf | $\epsilon$ sup | $\sigma$ inf         | $\sigma$ sup         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|-------|--------|-------|-------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
|          | [mm]   | [mm]  | [mm]   | [mm]  | [mm]  | ‰              | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 1000.0 | 300.0 | 1000.0 | 0.0   | 300.0 | -3.5000        | 8.3076         | -18.133              | 0.000                | -1305.37 | 48.29    |
| 2        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 3        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        | 300.0 |        | 0.0   | 300.0 |                |                |                      |                      | -1305.37 | 48.29    |

Armatura ordinaria longitudinale: **modello elastico-plastico indefinito**

Modulo di elasticità acciaio  $E_s = 210000.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario  $f_{yk} = 450.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario  $\gamma_s = 1.15$   
 Deformazione massima di calcolo  $\epsilon_{ud} = 67.50$  ‰  
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario  $f_{yd} = 391.30$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Armature | Numero | Diametro | livello | area               | $\epsilon$ yd | $\epsilon$ acc | $\sigma$ acc         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|----------------------|----------|----------|
| strato   | ferri  | [mm]     | [mm]    | [mm <sup>2</sup> ] | ‰             | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 10     | 24       | 230.0   | 4523.89            | 1.8634        | 5.5525         | 391.30               | 1770.22  | -407.15  |
| 2        | 2.5    | 16       | 230.0   | 502.65             | 1.8634        | 5.5525         | 391.30               | 196.69   | -45.24   |
| 3        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 4      | 20       | 45.0    | 1256.64            | 1.8634        | -1.7289        | -363.06              | -456.23  | 20.53    |
| 10       | 5      | 12       | 45.0    | 565.49             | 1.8634        | -1.7289        | -363.06              | -205.31  | 9.24     |
| totali   |        |          | 230.0   | 6848.67            | 1.86335       | 5.5525         |                      | 1305.37  | -422.62  |

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d)  $\xi = 0.3866$   
 Altezza totale della sezione  $h = 300.0$  [mm]  
 Copriferro armatura tesa  $c = 70.0$  [mm]  
 Altezza utile (h-c)  $d = 230.0$  [mm]  
 Profondità dell'asse neutro  $x = 88.9$  [mm]  
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d)  $\beta = 0.3043$   
 Braccio della coppia interna  $z = 193.01$  [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo  $\epsilon_{cls} = -3.5000$  ‰ in  $y = 0.00$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso  $\epsilon_{acc} = 5.5525$  ‰ in  $y = 230.00$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso  $\epsilon_{ap} = 0.0000$  ‰ in  $y =$  [mm]  
 Campo di deformazione specifica  $\lambda = 3$   
 Parametro di deformazione  $\lambda$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\lambda = -3.500E-03$   
 Parametro di deformazione  $\mu$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\mu = 3.936E-05$  [mm<sup>-1</sup>]  
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $N_{rd}(y=0) = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $M_{rd}(y=0) = -374.33$  [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a  $y=y_s$ )  $N_{rd} = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto a  $y=y_s$ )  $M_{rd} = -374.33$  [kNm]  
**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost)** **Mrd/Msd = 1.147**

Controlli armatura ordinaria longitudinale massima e minima

Area minima armature tese  $A_{s,min} = 401.83$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area massima armature tese o compresse  $A_{s,max} = 12000.00$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area totale armature tese  $A_{st} = 5026.55$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area totale armature compresse  $A_{sc} = 1822.12$  [mm<sup>2</sup>]

(VERIFICATO:  $A_{st} \geq A_{s,min}$  E  $A_{st} \leq A_{s,max}$ )  
 (VERIFICATO:  $A_{sc} \leq A_{s,max}$ )

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO**

Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio agente Vd= 430.68 [kN]  
 Carichi appesi o indiretti Cad= 0.00 [kN/m]

Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se:  $av \leq d$ ; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) av= 99999.00 [mm]  
 Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ( $p > 0$  per h crescente con M): p= 0.00  
 Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura Vmd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio agente di calcolo: ( $Vsd = Vd + Vmd$ ) Vsd= 430.68 [kN]

**Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]  
 Altezza utile sezione:  $d = h - c$  d= 230.00 [mm]  
 Braccio della coppia interna z= 193.01 [mm]  
 Area armature longitudinali tese Asl= 5026.55 [mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente:  $k = 1 + (200/d)^{0.5}$  [ $\leq 2$ ] k= 1.933  
 Coefficiente:  $V_{min} = 0.035 \cdot (k \cdot 1.5) \cdot (f_{ck} \cdot 0.5)$  Vmin= 0.53189 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Rapporto geometrico armatura longitudinale:  $\rho_l = Asl / (bw \cdot d)$  [ $\leq 0.02$ ]  $\rho_l = 0.02000$   
 Tensione media di compressione nella sezione:  $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$  [ $\leq 0.2 \cdot f_{cd}$ ]  $\sigma_{cp} = 0.000$  [N/mm<sup>2</sup>]  
**Sforzo di taglio resistente** Vrd= 213.35 [kN]  
**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; solo calcestruzzo)** Vrd/Vsd= 0.495

**Armatura ordinaria trasversale (per taglio)**

Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale Esv= 210000.00 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale fyk= 450.00 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale  $\gamma_s = 1.15$

|                                                                                     | Staffe                                | Ferri piegati                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale                        | fysd= 391.30 [N/mm <sup>2</sup> ]     | fypd= 313.04 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci                           | n= 5                                  | n= 0                              |
| di diametro:                                                                        | $\phi_s = 10$ [mm]                    | $\phi_p = 0$ [mm]                 |
| interasse:                                                                          | ss= 100.00 [mm]                       | sp= 0.00 [mm]                     |
| Inclinazione rispetto all'asse della trave ( $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ) | $\alpha_s = 68.00^\circ$              | $\alpha_p = 45.00^\circ$          |
| <b>Controllo area minima staffe</b>                                                 | Asv,min= 1500.00 [mm <sup>2</sup> /m] |                                   |
| <b>Controllo interassi massimi</b>                                                  | ss,max= 184.00 [mm]                   | sp,max= N.D. [mm]                 |

(VERIFICATO:  $Asv \geq A_{sv,min}$ )

Inclinazione dei "punti" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ ) cot  $\theta$  = 2.316  
 Controllo limite inferiore cot  $\theta$  in caso di significativo sforzo normale:  
 Tensione media di compressione nella sezione:  $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$   $\sigma_{cp} = 0.000$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tensione tangenziale baricentrica  $\tau_b = 2.153$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tensione principale massima baricentrica  $\sigma_t = 2.153$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Inclinazione minima dei "punti" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave cot  $\theta$  = 1.000  
 Inclinazione assunta dei "punti" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq \cot \theta$ ) cot  $\theta$  = 2.316  
 Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione  $\theta$  a1= 184.51 [mm]  
 Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se:  $Msd + \Delta M$ )  $\Delta M = 79.47$  [kNm]

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio**

**Verifica del calcestruzzo compresso**

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]  
 Altezza utile sezione:  $d = h - c$  d= 230.00 [mm]  
 Braccio della coppia interna z= 193.01 [mm]  
 Coefficiente  $\alpha_c$  ( $\sigma_{cp} / f_{cd} = 0.000$ )  $\alpha_c = 1.000$   
 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:  $f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$  f'cd= 9.067 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso) Vrcd= 747.97 [kN]

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; calcestruzzo compresso)** Vrcd/Vd= 1.737

**Verifica dell'armatura trasversale d'anima**

Area delle armature trasversali (staffe) Asv= 392.70 [mm<sup>2</sup>]  
 Area staffe necessaria per carichi appesi Ast'= 0.000 [mm<sup>2</sup>]  
 Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi Ast''= 392.70 [mm<sup>2</sup>]  
 Area delle armature trasversali (ferri piegati) Asw= 0.00 [mm<sup>2</sup>]  
 Sforzo di taglio resistente (staffe) Vrsd= 747.97 [kN]  
 Sforzo di taglio resistente (ferri piegati) Vrpd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali Vrsd= 747.97 [kN]

**Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd)** Vrd= 747.97 [kN]

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; armatura d'anima)** Vrd/Vsd= 1.737

## 5.5 Verifica in esercizio - Soletta interna tra le travi

La soletta tra le travi si schematizza come trave semi-incastrata di luce pari all'interasse delle travi (4.06 m); le verifiche sono riferite a una larghezza di 1 m.

I carichi mobili considerati sono, in alternativa:

- schema di carico 1: quattro ruote (40 x 40 cm) da 150 kN
- schema di carico 2: due ruote (35 x 60 cm) da 200 kN

Cautelativamente si assume che i carichi siano ripartiti longitudinalmente su una larghezza pari al loro ingombro più la metà della luce di calcolo.

Si eseguono le verifiche allo SLU e allo SLE per quanto attiene l'apertura delle fessure (combinazione frequente) e lo stato tensionale dei materiali (combinazione rara).

Seguono i tabulati di determinazione delle sollecitazioni massime all'incastro e in mezzera e le verifiche allo stato limite ultimo e di esercizio.

Le armature inferiori sono inglobate nella lastra tralicciata.

Verifica soletta tra le travi(o su travi a canaletta)

L = 4.060 m

|                                                                            |                                        |            |            |            |                          |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------|------------|------------|--------------------------|
| Altezza della lastra prefabbricata                                         |                                        |            |            |            | 0.070 m                  |
| Altezza della soletta                                                      |                                        |            |            |            | 0.300 m                  |
| Luca di calcolo                                                            |                                        |            |            |            | 4.060 m                  |
| Peso specifico calcestruzzo armato                                         |                                        |            |            |            | 25.000 kN/m <sup>3</sup> |
| Altezza della massicciata                                                  |                                        |            |            |            | 0.100 m                  |
| Peso della massicciata                                                     |                                        |            |            |            | 2.000 kN/m <sup>2</sup>  |
| Coefficiente dinamico                                                      |                                        |            |            |            | 1.000                    |
| Schema di carico 1:                                                        | Larghezza delle colonne di carico      |            |            |            | 3.000 m                  |
|                                                                            | Interasse ruote in senso trasversale   |            |            |            | 2.000 m                  |
|                                                                            | Interasse ruote in senso longitudinale |            |            |            | 1.200 m                  |
|                                                                            | Lati dell'impronta ruota: L=           | 0.400 m    | T=         |            | 0.400 m                  |
|                                                                            |                                        | 1° colonna | 2° colonna | 3° colonna |                          |
|                                                                            | Peso singola ruota                     | 150.000    | 100.000    | 50.000     | kN                       |
|                                                                            | Carico distribuito                     | 9.000      | 2.500      | 2.500      | kN/m <sup>2</sup>        |
| Schema di carico 2:                                                        | Interasse ruote in senso trasversale   |            |            |            | 2.000 m                  |
|                                                                            | Interasse ruote in senso longitudinale |            |            |            | 0.000 m                  |
|                                                                            | Lati dell'impronta ruota: L=           | 0.350 m    | T=         |            | 0.600 m                  |
|                                                                            | Peso singola ruota                     |            |            |            | 200.000 kN               |
| Angolo di ripartizione verticale dei carichi nello spessore                |                                        |            |            |            | 45.000 °                 |
| Angolo di ripartizione orizzontale dei carichi (effetto piastra)           |                                        |            |            |            | 45.000 °                 |
| Efficienza minima dei vncoli di incastro (0=appoggio; 1=incastro perfetto) |                                        |            |            |            | 0.750                    |

Tabella dei carichi mobili

|            |                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------|
| n° ruote = | numero ruote carico considerato                                              |
| xm =       | distanza dall'incastro del carico in esame (disposizione di momento massimo) |
| xt =       | distanza dall'incastro del carico in esame (disposizione di taglio massimo)  |
| lrip =     | larghezza di ripartizione del carico ruote                                   |
| q=         | carico distribuito sulla larghezza di ripartizione                           |

|            | n° carico              | n° ruote | Massimo momento flettente |          |           | Massimo sforzo di taglio |          |           |
|------------|------------------------|----------|---------------------------|----------|-----------|--------------------------|----------|-----------|
|            |                        |          | xm (m)                    | lrip (m) | qm (kN/m) | xt (m)                   | lrip (m) | qt (kN/m) |
| 1° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 2.795                     | 1.000    | 22.770    | 1.500                    | 1.000    | 27.000    |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 2.030                     | 2.860    | 52.448    | 0.500                    | 2.860    | 52.448    |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 2.030                     | 4.060    | 73.892    | 0.500                    | 4.060    | 73.892    |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 4.030                     | 4.060    | 73.892    | 2.500                    | 4.060    | 73.892    |
| 2° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 1.500                     | 1.000    | 7.500     | 3.530                    | 1.000    | 2.650     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 1.030                     | 2.860    | 34.965    | 3.500                    | 2.860    | 34.965    |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 1.030                     | 4.060    | 49.261    | 3.500                    | 4.060    | 49.261    |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 0.000    | 0.000     | 0.000                    | 0.000    | 0.000     |
| 3° colonna | Schema 1 - distribuito |          | 0.000                     | 1.000    | 0.000     | 0.000                    | 1.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 1        | 0.000                     | 0.000    | 0.000     | 0.000                    | 0.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 1° fila     | 2        | 0.000                     | 0.000    | 0.000     | 0.000                    | 0.000    | 0.000     |
|            | Schema 1 - 2° fila     | 2        | 0.000                     | 0.000    | 0.000     | 0.000                    | 0.000    | 0.000     |
|            | Schema 2 - 1° fila     | 1        | 2.030                     | 2.810    | 71.174    | 0.500                    | 2.810    | 71.174    |
|            | Schema 2 - 2° fila     | 1        | 4.030                     | 2.810    | 71.174    | 2.500                    | 2.810    | 71.174    |

Sollecitazioni massime/minime

| Tipo di carico         | Taglio max (kN/m) | Momento max (kNm/m) | Momento min (kNm/m) |
|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Peso soletta           | 15.225            | 7.727               | -10.302             |
| Massicciata            | 4.060             | 2.060               | -2.747              |
| Schema 1 - distribuito | 20.198            | 9.271               | -13.702             |
| Schema 1 (max/min)     | 99.372            | 51.706              | -66.866             |
| Schema 2 (max/min)     | 91.053            | 37.423              | -50.868             |

|                                      |            |                   |                        |                          |
|--------------------------------------|------------|-------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>Coefficienti parziali (γ x ψ)</b> | <b>SLU</b> | <b>SLE (rare)</b> | <b>SLE (frequenti)</b> | <b>SLE (quasi perm.)</b> |
| Carichi permanenti                   | 1.350      | 1.000             | 1.000                  | 1.000                    |
| Carichi mobili - Tandem              | 1.350      | 1.000             | 0.750                  | 0.000                    |
| Carichi mobili - Distribuiti         | 1.350      | 1.000             | 0.400                  | 0.000                    |

Sollecitazioni complessive massime/minime

| Tipo di carico                         | Taglio max (kN/m) | Momento max (kNm/m) | Momento min (kNm/m) |
|----------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| SLU Totali perm.+ mobili               | 187.454           | 95.532              | -126.383            |
| SLE (rare) Totali perm.+ mobili        | 138.855           | 70.765              | -93.617             |
| SLE (frequenti) Totali perm.+ mobili   | 101.893           | 52.275              | -68.680             |
| SLE (quasi perm.) Totali perm.+ mobili | 19.285            | 9.787               | -13.050             |

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA TRA LE TRAVI - MOMENTO NEGATIVO - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE**

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); 15.893 cm) **SI**  
 Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici) Y= **15.89** cm  
 Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione) N= **0.00** kN  
 Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori) M= **-68.68** kN.m  
 Coefficiente di omogeneizzazione m= **15.00**

Ordinata asse neutro (dall'alto) ys= 20.07 cm  
 Ordinata asse neutro (dal basso) yi= 9.93 cm  
 Tensione calcestruzzo minima sc1= -7.027 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione calcestruzzo massima sc2= 0.000 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio minima sf1= 138.78 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio massima sf2= 138.78 N/mm<sup>2</sup>

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 9.93     | -7.027               | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 16            | 23.00   | 20.11              | 138.78               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 138.78               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 10          | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| Totale      |              |               | 23.00   | 25.13              |                      |

**Legenda**

bi= base inferiore trapezio  
 h= altezza trapezio  
 bs= base superiore trapezio  
 Yi= ordinata base inferiore trapezio  
 Ys= ordinata di base superiore trapezio  
 Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si  
 Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss  
 si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'  
 ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'  
 Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf  
 Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af  
 sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf



## VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

### TITOLO: SOLETTA TRA LE TRAVI - MOMENTO NEGATIVO - VERIFICA DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :

D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - Paragrafo 4.1.2.2.4  
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 21 gennaio 2019, N. 7 - Istruzioni per l'applicazione  
dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018" .

#### DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio  
Sensibilità armatura  
Condizioni ambientali  
Combinazione di azioni

Aderenza migliorata  
Poco sensibile  
Molto aggressive  
Frequenti

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

|                                                                                                          |        |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|
| Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio                                         | fck=   | 32.0 N/mm <sup>2</sup>  |
| Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ( fctm = 0.30 (fck)^(2/3) )                      | fctm=  | 3.024 N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ( fck = fctm/1.2 )                          | fck=   | 2.520 N/mm <sup>2</sup> |
| Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive): |        |                         |
| Tensione di trazione massima nel calcestruzzo                                                            | scmax= | 3.932 N/mm <sup>2</sup> |

**La sezione NON è verificata allo stato limite di formazione delle fessure**

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

##### a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

|                                                                                                           |                        |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Modulo elastico del calcestruzzo                                                                          | Ec=                    | 33346 N/mm <sup>2</sup>   |
| Modulo elastico delle armature                                                                            | Es=                    | 210000 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata                                                          | sigmas=                | 138.781 N/mm <sup>2</sup> |
| Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | b,eff=                 | 100.000 cm                |
| Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]                                   | h,eff=                 | 6.691 cm                  |
| Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | Ac,eff = b,eff h,eff = | 669.072 cm <sup>2</sup>   |
| Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff                                             | As=                    | 25.133 cm <sup>2</sup>    |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                  | ro,eff=As/Ac,eff=      | 0.037564                  |
| Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata) | kt=                    | 0.6                       |
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                                                 | epsrm=                 | 0.000376                  |
| Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es )                 | epsrm,lim=             | 0.000397                  |

##### b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

|                                                                                                              |                   |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| Distanza tra le barre (Int - fi)                                                                             | s1=               | 8.400 cm  |
| Diametro equivalente delle barre tese                                                                        | fi=               | 16 mm     |
| Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)                                                                   | c=                | 6.200 cm  |
| Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo (s = 5*(c+fi/2))                                      | b=                | 35.000 cm |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                     | ro,eff=As/Ac,eff= | 0.037564  |
| Deformazione di trazione massima in sezione fessurata                                                        | eps1=             | 0.000426  |
| Deformazione di trazione minima in sezione fessurata                                                         | eps2=             | 0.000000  |
| Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce) | k1=               | 0.800     |
| Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata                   | k2=               | 0.500     |
| Coefficiente                                                                                                 | k3=               | 3.400     |
| Coefficiente                                                                                                 | k4=               | 0.425     |
| Distanza massima tra le fessure                                                                              | Dsmax=            | 16.659 cm |

##### c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

|                                                                            |        |           |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                  | epsrm= | 0.000397  |
| Distanza massima tra le fessure                                            | Dsmax= | 16.659 cm |
| Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ( wk = 1.7 epsrm Dsmax ) | wk=    | 0.112 mm  |

##### e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Condizioni ambiente:    | Molto aggressive |
| Combinazioni di azioni: | Frequenti        |
| Tipo di armatura:       | Poco sensibile   |

|                                                                                                     |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata | wk= | 0.200 mm |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|

**La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure**

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA TRA LE TRAVI - MOMENTO NEGATIVO - VERIFICA TENSIONALE - COMB. CARATTERISTICA**

|                                                                              |            |                               |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------|
| Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); | 15.893 cm) | <b>SI</b>                     |
| Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)             |            | Y= 15.89 cm                   |
| Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)                            |            | N= 0.00 kN                    |
| Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)    |            | M= -93.62 kN.m                |
| Coefficiente di omogeneizzazione                                             |            | m= 15.00                      |
|                                                                              |            |                               |
| Ordinata asse neutro (dall'alto)                                             |            | ys= 20.07 cm                  |
| Ordinata asse neutro (dal basso)                                             |            | yi= 9.93 cm                   |
| Tensione calcestruzzo minima                                                 |            | sc1= -9.578 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione calcestruzzo massima                                                |            | sc2= 0.000 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione acciaio minima                                                      |            | sf1= 189.18 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione acciaio massima                                                     |            | sf2= 189.18 N/mm <sup>2</sup> |

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 0.00     | 9.93     | -9.578               | 0.000                |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 10           | 16            | 23.00   | 20.11              | 189.18               |
| 2           | 2.5          | 16            | 23.00   | 5.03               | 189.18               |
| 3           | 5            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 10          | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| Totale      |              |               | 23.00   | 25.13              |                      |

**Legenda**

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

SOLETTA TRA LE TRAVI (CORRENTE)

Combinazioni: **Momento minimo / Taglio massimo**

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni  $y_s = 150.00$  [mm]  
 Sforzo normale agente di calcolo  $N_{sd} = 0.00$  [kN]  
 Momento agente di calcolo (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{sd}(y = y_s) = -126.38$  [kNm]  
 Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione:  $y_g = 150.00$  mm)  $M_{sd}(y = y_g) = -126.38$  [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: **modello parabola-rettangolo**

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave  $f_{ck} = 32.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata  $\alpha_{cc} = 0.85$   
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave  $\gamma_c = 1.50$   
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave  $f_{cd} = 18.133$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave  $f_{ctd} = 1.411$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Elementi | b inf  | h     | b sup  | y inf | y sup | $\epsilon$ inf | $\epsilon$ sup | $\sigma$ inf         | $\sigma$ sup         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|-------|--------|-------|-------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
|          | [mm]   | [mm]  | [mm]   | [mm]  | [mm]  | ‰              | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 1000.0 | 300.0 | 1000.0 | 0.0   | 300.0 | -3.5000        | 12.1726        | -18.133              | 0.000                | -983.46  | 27.41    |
| 2        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 3        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        | 300.0 |        | 0.0   | 300.0 |                |                |                      |                      | -983.46  | 27.41    |

Armatura ordinaria longitudinale: **modello elastico-plastico indefinito**

Modulo di elasticità acciaio  $E_s = 210000.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario  $f_{yk} = 450.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario  $\gamma_s = 1.15$   
 Deformazione massima di calcolo  $\epsilon_{ud} = 67.50$  ‰  
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario  $f_{yd} = 391.30$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Armature | Numero | Diametro | livello | area               | $\epsilon$ yd | $\epsilon$ acc | $\sigma$ acc         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|----------------------|----------|----------|
| strato   | ferri  | [mm]     | [mm]    | [mm <sup>2</sup> ] | ‰             | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 10     | 16       | 230.0   | 2010.62            | 1.8634        | 8.5157         | 391.30               | 786.76   | -180.96  |
| 2        | 2.5    | 16       | 230.0   | 502.65             | 1.8634        | 8.5157         | 391.30               | 196.69   | -45.24   |
| 3        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        |          | 230.0   | 2513.27            | 1.86335       | 8.5157         |                      | 983.46   | -226.19  |

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d)  $\xi = 0.2913$   
 Altezza totale della sezione  $h = 300.0$  [mm]  
 Copriferro armatura tesa  $c = 70.0$  [mm]  
 Altezza utile (h-c)  $d = 230.0$  [mm]  
 Profondità dell'asse neutro  $x = 67.0$  [mm]  
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d)  $\beta = 0.3043$   
 Braccio della coppia interna  $z = 202.13$  [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo  $\epsilon_{cls} = -3.5000$  ‰ in  $y = 0.00$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso  $\epsilon_{acc} = 8.5157$  ‰ in  $y = 230.00$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso  $\epsilon_{ap} = 0.0000$  ‰ in  $y =$  [mm]  
 Campo di deformazione specifica  $\lambda = 3$   
 Parametro di deformazione  $\lambda$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\lambda = -3.500E-03$   
 Parametro di deformazione  $\mu$  ( $\epsilon = \lambda + \mu y$ )  $\mu = 5.224E-05$  [mm<sup>-1</sup>]  
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $N_{rd}(y=0) = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto alla base -  $y=0$ )  $M_{rd}(y=0) = -198.79$  [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a  $y = y_s$ )  $N_{rd} = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{rd} = -198.79$  [kNm]  
**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost)  $M_{rd}/M_{sd} = 1.573$**

Controlli armatura ordinaria longitudinale massima e minima

Area minima armature tese  $A_{s,min} = 401.83$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area massima armature tese o compresse  $A_{s,max} = 12000.00$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area totale armature tese  $A_{st} = 2513.27$  [mm<sup>2</sup>] (VERIFICATO:  $A_{st} \geq A_{s,min}$  E  $A_{st} \leq A_{s,max}$ )  
 Area totale armature compresse  $A_{sc} = 0.00$  [mm<sup>2</sup>] (VERIFICATO:  $A_{sc} \leq A_{s,max}$ )

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO**

Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio agente Vd= 187.45 [kN]  
 Carichi appesi o indiretti Cad= 0.00 [kN/m]

Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se:  $av \leq d$ ; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) av= 99999.00 [mm]  
 Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ( $p > 0$  per h crescente con M): p= 0.00  
 Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura Vmd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio agente di calcolo: ( $Vsd = Vd + Vmd$ ) Vsd= 187.45 [kN]

**Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]  
 Altezza utile sezione:  $d = h - c$  d= 230.00 [mm]  
 Braccio della coppia interna z= 202.13 [mm]  
 Area armature longitudinali tese Asl= 2513.27 [mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente:  $k = 1 + (200/d)^{0.5}$  [ $\leq 2$ ] k= 1.933  
 Coefficiente:  $V_{min} = 0.035 * (k^{1.5}) * (f_{ck}^{0.5})$  Vmin= 0.53189 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Rapporto geometrico armatura longitudinale:  $\rho_l = Asl / (bw * d)$  [ $\leq 0.02$ ]  $\rho_l = 0.01093$   
 Tensione media di compressione nella sezione:  $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$  [ $\leq 0.2 * f_{cd}$ ]  $\sigma_{cp} = 0.000$  [N/mm<sup>2</sup>]  
**Sforzo di taglio resistente** Vrd= 174.41 [kN]  
**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; solo calcestruzzo)** Vrd/Vsd= 0.930

**Armatura ordinaria trasversale (per taglio)**

Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale Esv= 210000.00 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale fyk= 450.00 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale  $\gamma_s = 1.15$

|                                                                                     | Staffe                                | Ferri piegati                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale                        | fysd= 391.30 [N/mm <sup>2</sup> ]     | fypd= 313.04 [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci                           | n= 5                                  | n= 0                              |
| di diametro:                                                                        | $\phi_s = 10$ [mm]                    | $\phi_p = 0$ [mm]                 |
| interasse:                                                                          | ss= 100.00 [mm]                       | sp= 0.00 [mm]                     |
| Inclinazione rispetto all'asse della trave ( $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ) | $\alpha_s = 68.00^\circ$              | $\alpha_p = 45.00^\circ$          |
| <b>Controllo area minima staffe</b>                                                 | Asv,min= 1500.00 [mm <sup>2</sup> /m] |                                   |
| <b>Controllo interassi massimi</b>                                                  | ss,max= 184.00 [mm]                   | sp,max= N.D. [mm]                 |

(VERIFICATO:  $Asv \geq A_{sv,min}$ )

Inclinazione dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ ) cot  $\theta$  = 2.316  
 Controllo limite inferiore cot  $\theta$  in caso di significativo sforzo normale:  
 Tensione media di compressione nella sezione:  $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$   $\sigma_{cp} = 0.000$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tensione tangenziale baricentrica  $\tau_b = 0.937$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tensione principale massima baricentrica  $\sigma_t = 0.937$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Inclinazione minima dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave cot  $\theta$  = 1.000  
 Inclinazione assunta dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ( $1 \leq \cot \theta \leq \cot \theta$ ) cot  $\theta$  = 2.316  
 Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione  $\theta$  a1= 193.23 [mm]  
 Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se:  $Msd + \Delta M$ )  $\Delta M = 36.22$  [kNm]

**Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio**

**Verifica del calcestruzzo compresso**

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]  
 Altezza utile sezione:  $d = h - c$  d= 230.00 [mm]  
 Braccio della coppia interna z= 202.13 [mm]  
 Coefficiente  $\alpha_c$  ( $\sigma_{cp} / f_{cd} = 0.000$ )  $\alpha_c = 1.000$   
 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:  $f'_{cd} = 0.5 * f_{cd}$  f'cd= 9.067 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso) Vrcd= 783.33 [kN]

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; calcestruzzo compresso)** Vrcd/Vd= 4.179

**Verifica dell'armatura trasversale d'anima**

Area delle armature trasversali (staffe) Asv= 392.70 [mm<sup>2</sup>]  
 Area staffe necessaria per carichi appesi Ast'= 0.000 [mm<sup>2</sup>]  
 Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi Ast''= 392.70 [mm<sup>2</sup>]  
 Area delle armature trasversali (ferri piegati) Asw= 0.00 [mm<sup>2</sup>]  
 Sforzo di taglio resistente (staffe) Vrsd= 783.33 [kN]  
 Sforzo di taglio resistente (ferri piegati) Vrpd= 0.00 [kN]  
 Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali Vrsd= 783.33 [kN]

**Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd)** Vrd= 783.33 [kN]

**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo ( $\geq 1$ ; armatura d'anima)** Vrd/Vsd= 4.179

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**

**TITOLO: SOLETTA TRA LE TRAVI (SEZ. CORRENTE) - MOMENTO POSITIVO - VER.DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE**

|                                                                              |            |                               |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------|
| Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); | 14.123 cm) | SI                            |
| Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)             |            | Y= 14.12 cm                   |
| Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)                            |            | N= 0.00 kN                    |
| Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)    |            | M= 52.28 kN.m                 |
| Coefficiente di omogeneizzazione                                             |            | m= 15.00                      |
| Ordinata asse neutro (dall'alto)                                             |            | ys= 9.39 cm                   |
| Ordinata asse neutro (dal basso)                                             |            | yi= 20.61 cm                  |
| Tensione calcestruzzo minima                                                 |            | sc1= -4.980 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione calcestruzzo massima                                                |            | sc2= 0.000 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione acciaio minima                                                      |            | sf1= 128.25 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione acciaio massima                                                     |            | sf2= 128.25 N/mm <sup>2</sup> |

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 20.61    | 30.00    | 0.000                | -4.980               |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 2           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 3           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 4            | 20            | 4.50    | 12.57              | 128.25               |
| 10          | 5            | 12            | 4.50    | 5.65               | 128.25               |
| Totale      |              |               | 4.50    | 18.22              |                      |

**Legenda**

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

## VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

### TITOLO: SOLETTA TRA LE TRAVI (SEZ. CORRENTE) - MOMENTO POSITIVO - VER.DI FESSURAZIONE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :

D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - Paragrafo 4.1.2.2.4  
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 21 gennaio 2019, N. 7 - Istruzioni per l'applicazione  
dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018" .

#### DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio  
Sensibilità armatura  
Condizioni ambientali  
Combinazione di azioni

Aderenza migliorata  
Poco sensibile  
Aggressive  
Frequenti

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

|                                                                                                          |        |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|
| Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio                                         | fck=   | 32.0 N/mm <sup>2</sup>  |
| Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ( fctm = 0.30 (fck)^(2/3) )                      | fctm=  | 3.024 N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ( fck = fctm/1.2 )                          | fck=   | 2.520 N/mm <sup>2</sup> |
| Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive): |        |                         |
| Tensione di trazione massima nel calcestruzzo                                                            | scmax= | 2.923 N/mm <sup>2</sup> |

**La sezione NON è verificata allo stato limite di formazione delle fessure**

#### VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

##### a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

|                                                                                                           |                        |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Modulo elastico del calcestruzzo                                                                          | Ec=                    | 33346 N/mm <sup>2</sup>   |
| Modulo elastico delle armature                                                                            | Es=                    | 210000 N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata                                                          | sigmas=                | 128.252 N/mm <sup>2</sup> |
| Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | b,eff=                 | 100.000 cm                |
| Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2]                                    | h,eff=                 | 6.871 cm                  |
| Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure          | Ac,eff = b,eff h,eff = | 687.150 cm <sup>2</sup>   |
| Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff                                             | As=                    | 18.221 cm <sup>2</sup>    |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                  | ro,eff=As/Ac,eff=      | 0.026517                  |
| Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata) | kt=                    | 0.6                       |
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                                                 | epsrm=                 | 0.000231                  |
| Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es )                 | epsrm,lim=             | 0.000366                  |

##### b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

|                                                                                                              |                   |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| Distanza tra le barre (Int - fi)                                                                             | s1=               | 8.300 cm  |
| Diametro equivalente delle barre tese                                                                        | fi=               | 17 mm     |
| Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)                                                                   | c=                | 3.500 cm  |
| Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo (s = 5*(c+fi/2))                                      | b=                | 21.643 cm |
| Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff                     | ro,eff=As/Ac,eff= | 0.026517  |
| Deformazione di trazione massima in sezione fessurata                                                        | eps1=             | 0.000328  |
| Deformazione di trazione minima in sezione fessurata                                                         | eps2=             | 0.000000  |
| Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce) | k1=               | 0.800     |
| Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata                   | k2=               | 0.500     |
| Coefficiente                                                                                                 | k3=               | 3.400     |
| Coefficiente                                                                                                 | k4=               | 0.425     |
| Distanza massima tra le fessure                                                                              | Dsmax=            | 13.249 cm |

##### c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

|                                                                            |        |           |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| Deformazione unitaria media dell'armatura                                  | epsrm= | 0.000366  |
| Distanza massima tra le fessure                                            | Dsmax= | 13.249 cm |
| Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ( wk = 1.7 epsrm Dsmax ) | wk=    | 0.083 mm  |

##### e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

Condizioni ambiente:                    Aggressive  
Combinazioni di azioni:                Frequenti  
Tipo di armatura:                        Poco sensibile

|                                                                                                     |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata | wk= | 0.300 mm |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|

**La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure**

**SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.**
**TITOLO: SOLETTA TRA LE TRAVI (SEZ. CORRENTE) - MOMENTO POSITIVO - VER.TENSIONALE - COMB. CARATTERISTICA**

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); 14.123 cm) SI  
 Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici) Y= 14.12 cm  
 Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione) N= 0.00 kN  
 Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori) M= 70.77 kN.m  
 Coefficiente di omogeneizzazione m= 15.00

Ordinata asse neutro (dall'alto) ys= 9.39 cm  
 Ordinata asse neutro (dal basso) yi= 20.61 cm  
 Tensione calcestruzzo minima sc1= -6.741 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione calcestruzzo massima sc2= 0.000 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio minima sf1= 173.61 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione acciaio massima sf2= 173.61 N/mm<sup>2</sup>

**Sezione (dal basso)**

| Trapezio (n°) | bi (cm) | h (cm) | bs (cm) | Yi (cm) | Ys (cm) | Yi' (cm) | Ys' (cm) | si N/mm <sup>2</sup> | ss N/mm <sup>2</sup> |
|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1             | 100.00  | 30.00  | 100.00  | 0.00    | 30.00   | 20.61    | 30.00    | 0.000                | -6.741               |
| 2             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 3             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 4             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 5             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 6             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 7             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 8             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 9             | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| 10            | 0.00    | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     |                      |                      |
| Totale        |         | 30.00  |         |         |         |          |          |                      |                      |

**Armature (dal basso)**

| Strato (n°) | Numero ferri | Diametro (mm) | Yf (cm) | Af cm <sup>2</sup> | sf N/mm <sup>2</sup> |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------------------|----------------------|
| 1           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 2           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 3           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 4           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 5           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 6           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 7           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 8           | 0            | 0             | 0.00    | 0.00               |                      |
| 9           | 4            | 20            | 4.50    | 12.57              | 173.61               |
| 10          | 5            | 12            | 4.50    | 5.65               | 173.61               |
| Totale      |              |               | 4.50    | 18.22              |                      |

**Legenda**

bi= base inferiore trapezio  
 h= altezza trapezio  
 bs= base superiore trapezio  
 Yi= ordinata base inferiore trapezio  
 Ys= ordinata di base superiore trapezio  
 Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si  
 Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss  
 si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'  
 ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'  
 Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf  
 Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af  
 sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

SOLETTA TRA LE TRAVI (CORRENTE)

Combinazioni: **Momento massimo**

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni  $y_s = 150.00$  [mm]  
 Sforzo normale agente di calcolo  $N_{sd} = 0.00$  [kN]  
 Momento agente di calcolo (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{sd}(y=y_s) = 95.53$  [kNm]  
 Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione:  $y_g = 150.00$  mm)  $M_{sd}(y=y_g) = 95.53$  [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: **modello parabola-rettangolo**

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave  $f_{ck} = 32.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata  $\alpha_{cc} = 0.85$   
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave  $\gamma_c = 1.50$   
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave  $f_{cd} = 18.133$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave  $f_{ctd} = 1.411$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Elementi | b inf  | h     | b sup  | y inf | y sup | $\epsilon$ inf | $\epsilon$ sup | $\sigma$ inf         | $\sigma$ sup         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|-------|--------|-------|-------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
|          | [mm]   | [mm]  | [mm]   | [mm]  | [mm]  | ‰              | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 1000.0 | 300.0 | 1000.0 | 0.0   | 300.0 | 18.1174        | -3.5000        | 0.000                | -18.133              | -713.00  | 199.50   |
| 2        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 3        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| 10       | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 300.0 | 300.0 | 0.0000         | 0.0000         | 0.000                | 0.000                | 0.00     | 0.00     |
| totali   |        | 300.0 |        | 0.0   | 300.0 |                |                |                      |                      | -713.00  | 199.50   |

Armatura ordinaria longitudinale: **modello elastico-plastico indefinito**

Modulo di elasticità acciaio  $E_s = 210000.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario  $f_{yk} = 450.00$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario  $\gamma_s = 1.15$   
 Deformazione massima di calcolo  $\epsilon_{ud} = 67.50$  ‰  
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario  $f_{yd} = 391.30$  [N/mm<sup>2</sup>]

| Armature | Numero | Diametro | livello | area               | $\epsilon$ yd | $\epsilon$ acc | $\sigma$ acc         | Nrd(y=0) | Mrd(y=0) |
|----------|--------|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|----------------------|----------|----------|
| strato   | ferri  | [mm]     | [mm]    | [mm <sup>2</sup> ] | ‰             | ‰              | [N/mm <sup>2</sup> ] | [kN]     | [kNm]    |
| 1        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 2        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 3        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 4        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 5        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 6        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 7        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 8        | 0      | 0        | 0.0     | 0.00               | 0.0000        | 0.0000         | 0.00                 | 0.00     | 0.00     |
| 9        | 4      | 20       | 45.0    | 1256.64            | 1.8634        | 14.8748        | 391.30               | 491.73   | -22.13   |
| 10       | 5      | 12       | 45.0    | 565.49             | 1.8634        | 14.8748        | 391.30               | 221.28   | -9.96    |
| totali   |        |          | 45.0    | 1822.12            | 1.86335       | 14.8748        |                      | 713.00   | -32.09   |

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d)  $\xi = 0.1905$   
 Altezza totale della sezione  $h = 300.0$  [mm]  
 Copriferro armatura tesa  $c = 45.0$  [mm]  
 Altezza utile (h-c)  $d = 255.0$  [mm]  
 Profondità dell'asse neutro  $x = 48.6$  [mm]  
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d)  $\beta = 0.1765$   
 Braccio della coppia interna  $z = 234.80$  [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo  $\epsilon_{cls} = -3.5000$  ‰ in  $y = 300.0$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso  $\epsilon_{acc} = 14.8748$  ‰ in  $y = 45.00$  [mm]  
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso  $\epsilon_{ap} = 0.0000$  ‰ in  $y =$  [mm]  
 Campo di deformazione specifica  $\lambda = 3$   
 Parametro di deformazione  $\lambda$  ( $\epsilon = \lambda + \mu$  y)  $\lambda = 1.812E-02$   
 Parametro di deformazione  $\mu$  ( $\epsilon = \lambda + \mu$  y)  $\mu = -7.206E-05$  [mm<sup>-1</sup>]  
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base - y=0)  $N_{rd}(y=0) = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto alla base - y=0)  $M_{rd}(y=0) = 167.41$  [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a  $y = y_s$ )  $N_{rd} = 0.00$  [kN]  
 Momento resistente (rispetto a  $y = y_s$ )  $M_{rd} = 167.41$  [kNm]  
**Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost)** **Mrd/Msd = 1.752**

Controlli armatura ordinaria longitudinale massima e minima

Area minima armature tese  $A_{s,min} = 445.51$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area massima armature tese o compresse  $A_{s,max} = 12000.00$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area totale armature tese  $A_{st} = 1822.12$  [mm<sup>2</sup>]  
 Area totale armature compresse  $A_{sc} = 0.00$  [mm<sup>2</sup>]

(VERIFICATO:  $A_{st} \geq A_{s,min}$  E  $A_{st} \leq A_{s,max}$ )  
 (VERIFICATO:  $A_{sc} \leq A_{s,max}$ )



## 5.6 Soletta – Armature necessarie per taglio longitudinale

### SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

#### SEZIONE TIPO S-1 - ELEMENTO 2002-I

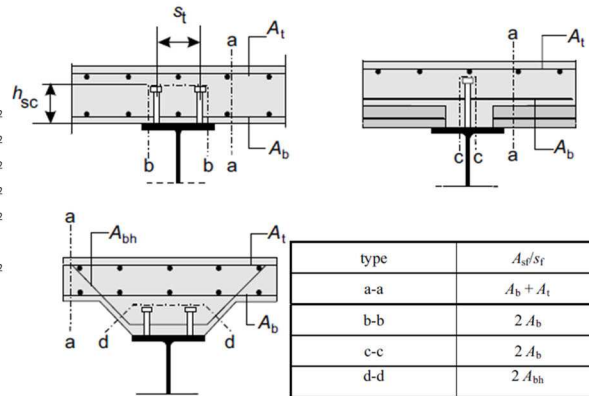
|                                                 |             |         |          |
|-------------------------------------------------|-------------|---------|----------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | $f_{ck} =$  | 32      | $N/mm^2$ |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | $v_{fcd} =$ | 9.067   | $N/mm^2$ |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | $f_{ctd} =$ | 1.411   | $N/mm^2$ |
| Modulo di elasticità cls.                       | $E_c =$     | 33346   | $N/mm^2$ |
| Resistenza di calcolo armature                  | $f_{yd} =$  | 391.304 | $N/mm^2$ |

#### Dati trave+soletta reagente:

|                                                 |            |             |          |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|----------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | $E_a =$    | 210000      | $N/mm^2$ |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | $z =$      | 839.3       | mm       |
| Momento d'inertzia baricentrico trave+soletta:  | $J_{zc} =$ | 5.25835E+11 | $mm^4$   |

#### Verifica superficie critica di rottura "a-a"

|                                                                             |                  |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|----------|
| Base soletta                                                                | $b =$            | 2000     | mm       |
| Altezza soletta                                                             | $h =$            | 230      | mm       |
|                                                                             | $A_a$ ( $mm^2$ ) | $z$ (mm) |          |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)               | 2010     | 904.3    |
|                                                                             | 2)               | 2010     | 754.3    |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$       | 2365.8   | kN       |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$            | 77063    | $mm^2$   |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$            | 64638862 | $mm^3$   |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$   | 290.82   | $N/mm$   |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$          | 230      | mm       |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$       | 1.264    | $N/mm^2$ |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$     | 45       | °        |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$  | 4.533    | $N/mm^2$ |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$     | 0.564    | $N/mm^2$ |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $A_{sf}/s_f =$   | 743      | $mm^2/m$ |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

#### Verifica superficie critica di rottura "d-d"

|                                                                             |                  |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|----------|
| Base soletta                                                                | $b =$            | 4800      | mm       |
| Altezza soletta                                                             | $h =$            | 230       | mm       |
|                                                                             | $A_a$ ( $mm^2$ ) | $z$ (mm)  |          |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)               | 4824      | 904.3    |
|                                                                             | 2)               | 4824      | 754.3    |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$       | 2365.8    | kN       |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$            | 184951    | $mm^2$   |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$            | 155133270 | $mm^3$   |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$   | 697.97    | $N/mm$   |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$          | 800       | mm       |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$       | 0.872     | $N/mm^2$ |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$     | 45        | °        |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$  | 4.533     | $N/mm^2$ |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$     | 0.564     | $N/mm^2$ |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $A_{sf}/s_f =$   | 1784      | $mm^2/m$ |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-2 - ELEMENTO 1296-J**

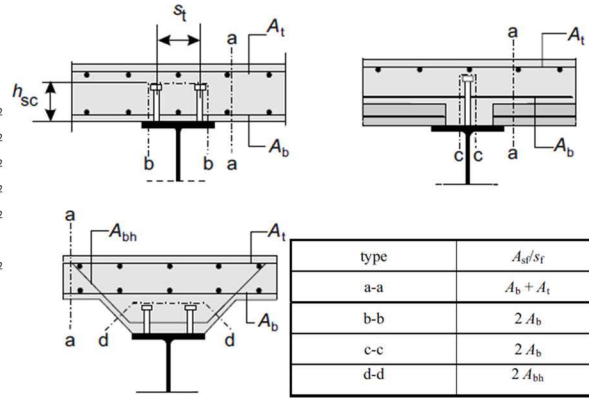
|                                                 |             |         |                   |
|-------------------------------------------------|-------------|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | $f_{ck} =$  | 32      | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | $v_{fcd} =$ | 9.067   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | $f_{ctd} =$ | 1.411   | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità cls.                       | $E_c =$     | 33346   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo armature                  | $f_{yd} =$  | 391.304 | N/mm <sup>2</sup> |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |            |             |                   |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | $E_a =$    | 210000      | N/mm <sup>2</sup> |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | $z =$      | 1023.9      | mm                |
| Momento d'inerzia baricentrico trave+soletta:   | $J_{zc} =$ | 7.28436E+11 | mm <sup>4</sup>   |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                             |                          |          |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 2125     | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230      | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm) |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 2136     | 1088.9             |
|                                                                             | 2)                       | 2136     | 938.9              |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 1960.3   | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 81880    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 83793756 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta Fd = VEd \cdot S / J_{zc}$            | $\Delta Fd =$            | 225.50   | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $hf =$                   | 230      | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \Delta x)$                | $v_{Ed} =$               | 0.980    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45       | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 576      | mm <sup>2</sup> /m |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                             |                          |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 5050      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230       | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm)  |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 5075      | 1088.9             |
|                                                                             | 2)                       | 5075      | 938.9              |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 1960.3    | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 194584    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 199133396 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta Fd = VEd \cdot S / J_{zc}$            | $\Delta Fd =$            | 535.89    | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $hf =$                   | 800       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \Delta x)$                | $v_{Ed} =$               | 0.670     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 1369      | mm <sup>2</sup> /m |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-3 - ELEMENTO 1280-I**

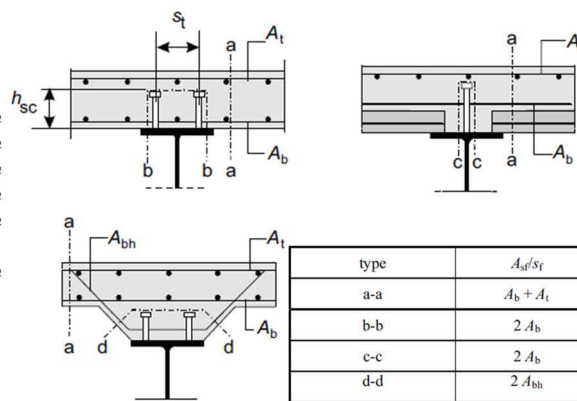
|                                                 |             |         |                   |
|-------------------------------------------------|-------------|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | $f_{ck} =$  | 32      | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | $v_{fcd} =$ | 9.067   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | $f_{ctd} =$ | 1.411   | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità cls.                       | $E_c =$     | 33346   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo armature                  | $f_{yd} =$  | 391.304 | N/mm <sup>2</sup> |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |            |             |                   |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | $E_a =$    | 210000      | N/mm <sup>2</sup> |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | $z =$      | 1076.3      | mm                |
| Momento d'inerzia baricentrico trave+soletta:   | $J_{zc} =$ | 8.34036E+11 | mm <sup>4</sup>   |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                             |                          |          |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 2250     | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230      | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm) |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 2261     | 1141.3             |
|                                                                             | 2)                       | 2261     | 991.3              |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 2501.8   | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 86696    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 93264803 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$           | 279.76   | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$                  | 230      | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$               | 1.216    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45       | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $A_{sf}/s_f =$           | 715      | mm <sup>2</sup> /m |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                             |                          |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 5300      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230       | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm)  |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 5327      | 1141.3             |
|                                                                             | 2)                       | 5327      | 991.3              |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 2501.8    | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 204217    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 219690425 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$           | 658.98    | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$                  | 800       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$               | 0.824     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $A_{sf}/s_f =$           | 1684      | mm <sup>2</sup> /m |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-4 - ELEMENTO 2274-I**

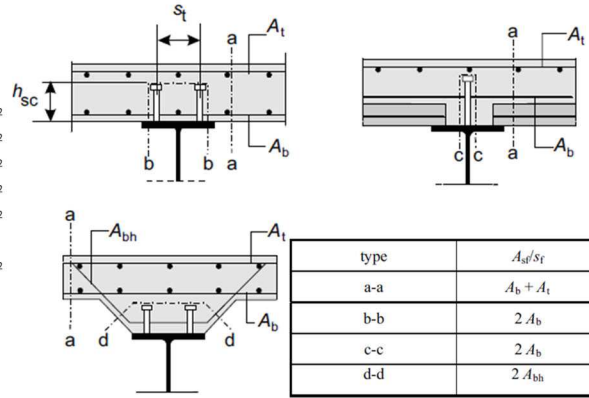
|                                                 |             |         |                   |
|-------------------------------------------------|-------------|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | $f_{ck} =$  | 32      | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | $v_{fcd} =$ | 9.067   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | $f_{ctd} =$ | 1.411   | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità cls.                       | $E_c =$     | 33346   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo armature                  | $f_{yd} =$  | 391.304 | N/mm <sup>2</sup> |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |            |             |                   |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | $E_a =$    | 210000      | N/mm <sup>2</sup> |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | $z =$      | 1246.9      | mm                |
| Momento d'inerzia baricentrico trave+soletta:   | $J_{zc} =$ | 1.02503E+12 | mm <sup>4</sup>   |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                             |                          |          |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 2000     | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230      | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm) |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 3142     | 1311.9             |
|                                                                             | 2)                       | 3142     | 1161.9             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 3501.0   | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 79326    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 98848888 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta Fd = VEd \cdot S / J_{zc}$            | $\Delta Fd =$            | 337.62   | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $hf =$                   | 230      | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \Delta x)$                | $v_{Ed} =$               | 1.468    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45       | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 863      | mm <sup>2</sup> /m |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

| type | $A_{sf}/s_f$ |
|------|--------------|
| a-a  | $A_b + A_t$  |
| b-b  | $2 A_b$      |
| c-c  | $2 A_b$      |
| d-d  | $2 A_{bh}$   |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                             |                          |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 4800      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230       | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm)  |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 7540      | 1311.9             |
|                                                                             | 2)                       | 7540      | 1161.9             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 3501.0    | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 190383    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 237237331 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta Fd = VEd \cdot S / J_{zc}$            | $\Delta Fd =$            | 810.28    | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $hf =$                   | 800       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \Delta x)$                | $v_{Ed} =$               | 1.013     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 2071      | mm <sup>2</sup> /m |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-5 - ELEMENTO 2156-I**

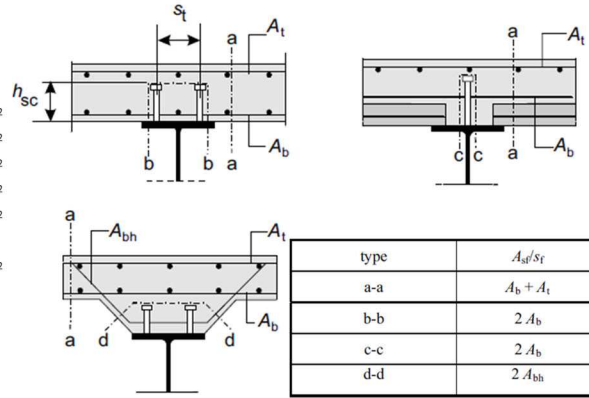
|                                                 |             |         |                   |
|-------------------------------------------------|-------------|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | $f_{ck} =$  | 32      | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | $v_{fcd} =$ | 9.067   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | $f_{ctd} =$ | 1.411   | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità cls.                       | $E_c =$     | 33346   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo armature                  | $f_{yd} =$  | 391.304 | N/mm <sup>2</sup> |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |            |             |                   |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | $E_a =$    | 210000      | N/mm <sup>2</sup> |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | $z =$      | 1478.4      | mm                |
| Momento d'inerzia baricentrico trave+soletta:   | $J_{zc} =$ | 1.42451E+12 | mm <sup>4</sup>   |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                             |                          |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 2250      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230       | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm)  |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 7068      | 1543.4             |
|                                                                             | 2)                       | 7068      | 1393.4             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 4150.2    | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 96310     | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 142246582 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta Fd = VEd \cdot S / J_{zc}$            | $\Delta Fd =$            | 414.43    | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $hf =$                   | 230       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \Delta x)$                | $v_{Ed} =$               | 1.802     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 1059      | mm <sup>2</sup> /m |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                             |                          |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 5300      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230       | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm)  |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 16650     | 1543.4             |
|                                                                             | 2)                       | 16650     | 1393.4             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 4150.2    | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 226864    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 335069727 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta Fd = VEd \cdot S / J_{zc}$            | $\Delta Fd =$            | 976.20    | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $hf =$                   | 800       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \Delta x)$                | $v_{Ed} =$               | 1.220     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 2495      | mm <sup>2</sup> /m |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-6 - ELEMENTO 2153-J**

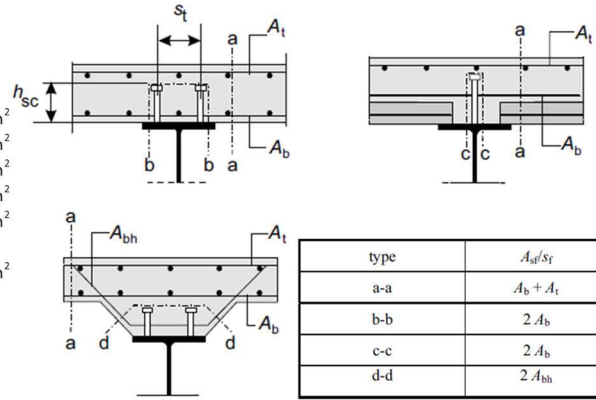
|                                                 |             |         |                   |
|-------------------------------------------------|-------------|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | $f_{ck} =$  | 32      | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | $v_{fcd} =$ | 9.067   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | $f_{ctd} =$ | 1.411   | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità cls.                       | $E_c =$     | 33346   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo armature                  | $f_{yd} =$  | 391.304 | N/mm <sup>2</sup> |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |            |             |                   |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | $E_a =$    | 210000      | N/mm <sup>2</sup> |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | $z =$      | 1632.1      | mm                |
| Momento d'inerzia baricentrico trave+soletta:   | $J_{zc} =$ | 1.72586E+12 | mm <sup>4</sup>   |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                             |                          |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 2250      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230       | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm)  |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 7068      | 1697.1             |
|                                                                             | 2)                       | 7068      | 1547.1             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 11045     | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 96310     | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 157049466 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$           | 1005.07   | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$                  | 230       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$               | 4.370     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 2569      | mm <sup>2</sup> /m |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

$v_{Ed(max)} > v_{Ed}$ : Verificato  
 $k_{fctd} < v_{Ed}$ : Richiesta armatura trasversale

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                             |                          |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | $b =$                    | 5300      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | $h =$                    | 230       | mm                 |
|                                                                             | $A_a$ (mm <sup>2</sup> ) | $z$ (mm)  |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                       | 16650     | 1697.1             |
|                                                                             | 2)                       | 16650     | 1547.1             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$               | 11045     | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$                    | 226864    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$                    | 369938742 | mm <sup>3</sup>    |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$           | 2367.50   | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$                  | 800       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$               | 2.959     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$             | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$          | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$             | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$               | 6050      | mm <sup>2</sup> /m |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-7 - ELEMENTO 2140-I**

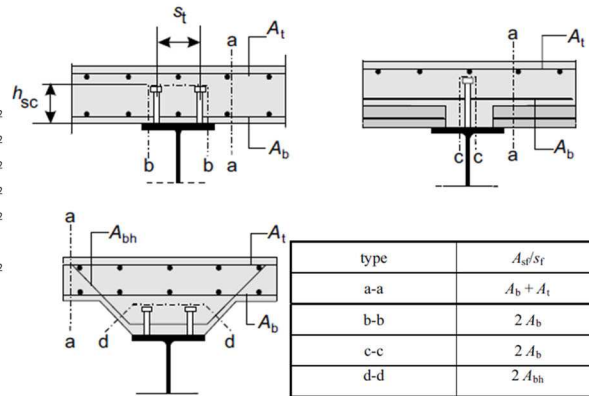
|                                                 |                    |         |                   |
|-------------------------------------------------|--------------------|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | f <sub>ck</sub> =  | 32      | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | v <sub>fcd</sub> = | 9.067   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | f <sub>ctd</sub> = | 1.411   | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità cls.                       | E <sub>c</sub> =   | 33346   | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo armature                  | f <sub>yd</sub> =  | 391.304 | N/mm <sup>2</sup> |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |                   |             |                   |
|-------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | E <sub>a</sub> =  | 210000      | N/mm <sup>2</sup> |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | z =               | 1139.8      | mm                |
| Momento d'inertia baricentrico trave+soletta:   | J <sub>zc</sub> = | 7.12597E+11 | mm <sup>4</sup>   |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                             |                                   |          |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | b =                               | 1800     | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | h =                               | 230      | mm                 |
|                                                                             | A <sub>a</sub> (mm <sup>2</sup> ) | z (mm)   |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                                | 2827     | 1204.8             |
|                                                                             | 2)                                | 2827     | 1054.8             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | V <sub>Ed</sub> =                 | 2393.3   | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | A =                               | 71393    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | S =                               | 81313884 | mm <sup>3</sup>    |
| Variatione di sforzo assiale: $\Delta Fd = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$         | $\Delta Fd =$                     | 273.10   | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | hf =                              | 230      | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \cdot \Delta x)$          | v <sub>Ed</sub> =                 | 1.187    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$                      | 45       | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | v <sub>Ed(max)</sub> =            | 4.533    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | k <sub>fctd</sub> =               | 0.564    | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | Asf/sf =                          | 698      | mm <sup>2</sup> /m |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

Verificato: v<sub>Ed(max)</sub> > v<sub>Ed</sub>  
 Richiesta armatura trasversale: k<sub>fctd</sub> < v<sub>Ed</sub>

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                             |                                   |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Base soletta                                                                | b =                               | 4400      | mm                 |
| Altezza soletta                                                             | h =                               | 230       | mm                 |
|                                                                             | A <sub>a</sub> (mm <sup>2</sup> ) | z (mm)    |                    |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)                                | 6911      | 1204.8             |
|                                                                             | 2)                                | 6911      | 1054.8             |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | V <sub>Ed</sub> =                 | 2393.3    | kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | A =                               | 174517    | mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | S =                               | 198769756 | mm <sup>3</sup>    |
| Variatione di sforzo assiale: $\Delta Fd = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$         | $\Delta Fd =$                     | 667.58    | N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                 | hf =                              | 800       | mm                 |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta Fd / (hf \cdot \Delta x)$          | v <sub>Ed</sub> =                 | 0.834     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$                      | 45        | °                  |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | v <sub>Ed(max)</sub> =            | 4.533     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | k <sub>fctd</sub> =               | 0.564     | N/mm <sup>2</sup>  |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | Asf/sf =                          | 1706      | mm <sup>2</sup> /m |

Verificato: v<sub>Ed(max)</sub> > v<sub>Ed</sub>  
 Richiesta armatura trasversale: k<sub>fctd</sub> < v<sub>Ed</sub>

**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-8 - ELEMENTO 2166-I**

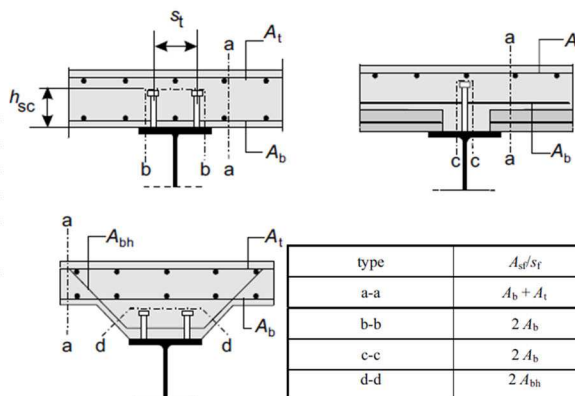
|                                                 |             |         |          |
|-------------------------------------------------|-------------|---------|----------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | $f_{ck} =$  | 32      | $N/mm^2$ |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | $v_{fcd} =$ | 9.067   | $N/mm^2$ |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | $f_{ctd} =$ | 1.411   | $N/mm^2$ |
| Modulo di elasticità cls.                       | $E_c =$     | 33346   | $N/mm^2$ |
| Resistenza di calcolo armature                  | $f_{yd} =$  | 391.304 | $N/mm^2$ |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |            |             |          |
|-------------------------------------------------|------------|-------------|----------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | $E_a =$    | 210000      | $N/mm^2$ |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | $z =$      | 1176.3      | mm       |
| Momento d'inertia baricentrico trave+soletta:   | $J_{zc} =$ | 9.39278E+11 | $mm^4$   |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                             |                  |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|----------|
| Base soletta                                                                | $b =$            | 2250      | mm       |
| Altezza soletta                                                             | $h =$            | 230       | mm       |
|                                                                             | $A_a$ ( $mm^2$ ) | $z$ (mm)  |          |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)               | 2261      | 1241.3   |
|                                                                             | 2)               | 2261      | 1091.3   |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$       | 2449.1    | kN       |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$            | 86696     | $mm^2$   |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$            | 101938737 | $mm^3$   |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$   | 265.80    | N/mm     |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$          | 230       | mm       |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$       | 1.156     | $N/mm^2$ |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$     | 45        | °        |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$  | 4.533     | $N/mm^2$ |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$     | 0.564     | $N/mm^2$ |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$       | 679       | $mm^2/m$ |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

| type | $A_{st}/s_f$ |
|------|--------------|
| a-a  | $A_b + A_t$  |
| b-b  | $2 A_b$      |
| c-c  | $2 A_b$      |
| d-d  | $2 A_{bh}$   |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                             |                  |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|----------|
| Base soletta                                                                | $b =$            | 5300      | mm       |
| Altezza soletta                                                             | $h =$            | 230       | mm       |
|                                                                             | $A_a$ ( $mm^2$ ) | $z$ (mm)  |          |
| Armature longitudinali soletta:                                             | 1)               | 5327      | 1241.3   |
|                                                                             | 2)               | 5327      | 1091.3   |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                             | $V_{Ed} =$       | 2449.1    | kN       |
| Area soletta (omogeneizzata): $A = b \cdot h \cdot E_c / E_a + \sum A_a$    | $A =$            | 204217    | $mm^2$   |
| Momento statico: $S = b \cdot h \cdot E_c / E_a \cdot z + \sum A_a \cdot z$ | $S =$            | 240122358 | $mm^3$   |
| Variazione di sforzo assiale: $\Delta F_d = V_{Ed} \cdot S / J_{zc}$        | $\Delta F_d =$   | 626.10    | N/mm     |
| Larghezza della connessione                                                 | $h_f =$          | 800       | mm       |
| Tensione longitudinale: $v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \Delta x)$              | $v_{Ed} =$       | 0.783     | $N/mm^2$ |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                          | $\theta_f =$     | 45        | °        |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                               | $v_{Ed(max)} =$  | 4.533     | $N/mm^2$ |
| Tensione limite per armatura supplementare                                  | $k_{fctd} =$     | 0.564     | $N/mm^2$ |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                           | $Asf/sf =$       | 1600      | $mm^2/m$ |

Verificato:  $v_{Ed(max)} > v_{Ed}$   
 Richiesta armatura trasversale:  $k_{fctd} < v_{Ed}$



**SOLETTA IN CALCESTRUZZO - VERIFICA ARMATURE NECESSARIE PER TAGLIO LONGITUDINALE**

Rif. Norm. UNI EN 1994-2 (6.6.6), UNI EN 1992-1-1 (6.2.4)

**SEZIONE TIPO S-9 - ELEMENTO 2172-1**

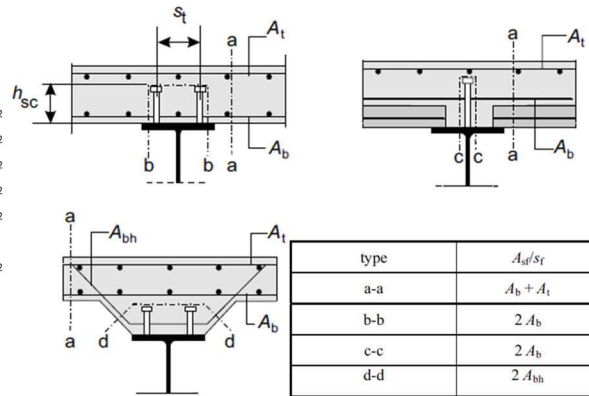
|                                                 |                    |                           |
|-------------------------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Resistenza caratteristica calcestruzzo          | f <sub>ck</sub> =  | 32 N/mm <sup>2</sup>      |
| Resistenza di calcolo cls. fessurato per taglio | v <sub>fcd</sub> = | 9.067 N/mm <sup>2</sup>   |
| Resistenza di calcolo a trazione cls.           | f <sub>ctd</sub> = | 1.411 N/mm <sup>2</sup>   |
| Modulo di elasticità cls.                       | E <sub>c</sub> =   | 33346 N/mm <sup>2</sup>   |
| Resistenza di calcolo armature                  | f <sub>yd</sub> =  | 391.304 N/mm <sup>2</sup> |

**Dati trave+soletta reagente:**

|                                                 |                   |                             |
|-------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Modulo di elasticità acciaio:                   | E <sub>a</sub> =  | 210000 N/mm <sup>2</sup>    |
| Distanza tra baricentri trave+soletta e soletta | z =               | 1167.5 mm                   |
| Momento d'inertia baricentrico trave+soletta:   | J <sub>zc</sub> = | 9.20898E+11 mm <sup>4</sup> |

**Verifica superficie critica di rottura "a-a"**

|                                                                                         |                                   |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Base soletta                                                                            | b =                               | 2250 mm                   |
| Altezza soletta                                                                         | h =                               | 230 mm                    |
|                                                                                         | A <sub>a</sub> (mm <sup>2</sup> ) | z (mm)                    |
| Armature longitudinali soletta:                                                         | 1)                                | 2261 1232.5               |
|                                                                                         | 2)                                | 2261 1082.5               |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                                         | V <sub>Ed</sub> =                 | 1524.6 kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): A = b*h*E <sub>c</sub> /E <sub>a</sub> + ∑ A <sub>a</sub> | A =                               | 86696 mm <sup>2</sup>     |
| Momento statico: S = b*h*E <sub>c</sub> /E <sub>a</sub> *z + ∑ A <sub>a</sub> *z        | S =                               | 101172344 mm <sup>3</sup> |
| Variazione di sforzo assiale: ΔF <sub>d</sub> = V <sub>Ed</sub> *S/J <sub>zc</sub>      | ΔF <sub>d</sub> =                 | 167.50 N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                             | h <sub>f</sub> =                  | 230 mm                    |
| Tensione longitudinale: v <sub>Ed</sub> = ΔF <sub>d</sub> /(h <sub>f</sub> Δx)          | v <sub>Ed</sub> =                 | 0.728 N/mm <sup>2</sup>   |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                                      | θ <sub>f</sub> =                  | 45 °                      |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                                           | v <sub>Ed(max)</sub> =            | 4.533 N/mm <sup>2</sup>   |
| Tensione limite per armatura supplementare                                              | k <sub>fctd</sub> =               | 0.564 N/mm <sup>2</sup>   |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                                       | As <sub>f</sub> /s <sub>f</sub> = | 428 mm <sup>2</sup> /m    |



UNI EN 1994-2, Fig.6.15

Verificato: v<sub>Ed(max)</sub> > v<sub>Ed</sub>  
 Richiesta armatura trasversale: k<sub>fctd</sub> < v<sub>Ed</sub>

**Verifica superficie critica di rottura "d-d"**

|                                                                                         |                                   |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Base soletta                                                                            | b =                               | 5300 mm                   |
| Altezza soletta                                                                         | h =                               | 230 mm                    |
|                                                                                         | A <sub>a</sub> (mm <sup>2</sup> ) | z (mm)                    |
| Armature longitudinali soletta:                                                         | 1)                                | 5327 1232.5               |
|                                                                                         | 2)                                | 5327 1082.5               |
| Taglio SLU, carichi successivi alla connessione                                         | V <sub>Ed</sub> =                 | 1524.6 kN                 |
| Area soletta (omogeneizzata): A = b*h*E <sub>c</sub> /E <sub>a</sub> + ∑ A <sub>a</sub> | A =                               | 204217 mm <sup>2</sup>    |
| Momento statico: S = b*h*E <sub>c</sub> /E <sub>a</sub> *z + ∑ A <sub>a</sub> *z        | S =                               | 238317078 mm <sup>3</sup> |
| Variazione di sforzo assiale: ΔF <sub>d</sub> = V <sub>Ed</sub> *S/J <sub>zc</sub>      | ΔF <sub>d</sub> =                 | 394.55 N/mm               |
| Larghezza della connessione                                                             | h <sub>f</sub> =                  | 800 mm                    |
| Tensione longitudinale: v <sub>Ed</sub> = ΔF <sub>d</sub> /(h <sub>f</sub> Δx)          | v <sub>Ed</sub> =                 | 0.493 N/mm <sup>2</sup>   |
| Inclinazione dei puntoni compressi                                                      | θ <sub>f</sub> =                  | 45 °                      |
| Tensione limite per rottura puntoni compressi                                           | v <sub>Ed(max)</sub> =            | 4.533 N/mm <sup>2</sup>   |
| Tensione limite per armatura supplementare                                              | k <sub>fctd</sub> =               | 0.564 N/mm <sup>2</sup>   |
| Armatura trasversale per unità di lunghezza (1 m)                                       | As <sub>f</sub> /s <sub>f</sub> = | 1008 mm <sup>2</sup> /m   |

Verificato: v<sub>Ed(max)</sub> > v<sub>Ed</sub>  
 Non richiesta armatura trasversale: k<sub>fctd</sub> > v<sub>Ed</sub>

## 6 VERIFICA DEI CONTENUTI DEL PAR. 10.2 DELLE NTC 2018

- Tipo di analisi svolta
- Analisi strutturale condotta di tipo statico e dinamico lineare
- Metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale: Metodo agli elementi finiti con software Midas/Civil.
- Metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Metodo semiprobabilistico agli Stati Limite
- Combinazioni di carico adottate: Le combinazioni di carico adottate sono riportate nel paragrafo 9 "Combinazioni di carico" e sono state scelte in modo da massimizzare tutte le sollecitazioni sulla struttura. L'impiego delle combinazioni adottate è esaustivo delle configurazioni studiate per la struttura in esame.
  - Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo
- Vedi paragrafo 5 "Modellazione strutturale".
  - Affidabilità dei codici utilizzati
- Vedi paragrafo 5 "Modellazione strutturale".
  - Validazione dei codici.
- Nel caso in cui si rendesse necessaria una validazione indipendente del calcolo strutturale, i calcoli potranno essere eseguiti nuovamente da soggetto diverso da quello originario mediante programmi di calcolo diversi da quelli usati originariamente e ciò al fine di eseguire un effettivo controllo incrociato sui risultati delle elaborazioni. Alla fine della presente relazione si riporta il tabulato di input del modello strutturale con tutte le informazioni sufficienti a rendere ripercorribili tutti i calcoli effettuati.
  - Modalità di presentazione dei risultati.
- Il percorso che ha condotto ai risultati è stato: modellazione della struttura, analisi dei carichi e disposizione degli stessi sul modello; calcolo delle sollecitazioni; verifica degli elementi ritenuti significativi. La quantità di informazioni che ha accompagnato l'utilizzo del software in input e in output è cospicua. Per non appesantire eccessivamente la relazione di calcolo, si è operata la scelta di fornire soltanto una sintesi completa ed efficace dei risultati privilegiando schemi grafici ai tabulati. E' comunque disponibile su supporto informatico l'intero sviluppo dei tabulati di output con tutte le informazioni necessarie alla eventuale riproduzione del calcolo automatico.
  - Informazioni generali sull'elaborazione.
- Durante l'esecuzione e al termine della elaborazione sono stati svolti estesi controlli per l'esame dei risultati e per una valutazione complessiva dell'elaborazione dal punto di vista del corretto comportamento del modello.
  - Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.
- I risultati della elaborazione sono stati analizzati criticamente mediante confronto con calcoli di massima eseguiti manualmente; tali controlli sommari hanno portato a confermare la validità dei risultati. I risultati delle elaborazioni sono quindi stati sottoposti a controlli che ne hanno comprovato l'attendibilità. In particolare, si è svolto il controllo di congruenza ed equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati.

## 7 SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P

STUDIO CORONA S.r.l.

---

I.T. S.r.l. E&G S.r.l.

---

CONSORZIO UNING

---

SETAC S.r.l.

---

DOTT. DANILO GALLO

---

ECOPLAN S.r.l.

---

E&G S.r.l.

---

ARKE' INGEGNERIA S.r.l.

---

ING. RENATO DEL PRETE

---

## 8 ALLEGATO - PROGRAMMA DI CALCOLO MIDAS/CIVIL – DATI DI INPUT

```

;-----
; MIDAS/Civil Text (MCT) File.
; Date : 2021/5/27
;-----

*VERSION
8.3.5

*UNIT ; Unit System
KN , M, J, C

*PROJINFO ; Project Information
USER=Renato
ADDRESS=Studio Corona srl

*STRUCTYPE ; Structure Type
0, 1, 1, NO, YES, 9.806, 0, NO, NO, NO

*REBAR-MATL-CODE ; Rebar Material Code
NTC18 (RC), B450C, NTC18 (RC), B450C

*NODE ; Nodes
1, 0.3596, -3.6071, -3.8
2, 607.0273, -3.6195, -3.8
3, -0.3596, 3.6071, -3.8
4, 607.4253, 3.6195, -3.8
5, 0.3639, -3.6507, -3.45
6, 2.8562, -3.4009, -3.45
7, 5.3488, -3.1471, -3.45
8, 10.3321, -2.6293, -3.45
9, 15.3135, -2.0981, -3.45
10, 20.2929, -1.5541, -3.45
11, 25.2707, -0.9981, -3.45
12, 30.2466, -0.4309, -3.45
13, 35.2202, 0.1466, -3.45
14, 40.1915, 0.7326, -3.45
15, 45.1608, 1.3254, -3.45
16, 47.6447, 1.6238, -3.45
17, 50.1283, 1.9233, -3.45
18, 52.6114, 2.2238, -3.45
19, 55.0943, 2.5249, -3.45
20, 60.0609, 3.1301, -3.45
21, 65.0281, 3.7409, -3.45
22, 69.9958, 4.359, -3.45
23, 74.9636, 4.9863, -3.45
24, 77.4476, 5.3041, -3.45
25, 79.9312, 5.6247, -3.45
26, 82.4138, 5.948, -3.45
27, 84.8957, 6.2734, -3.45
28, 89.8571, 6.9295, -3.45
29, 94.8156, 7.5899, -3.45
30, 99.7718, 8.2516, -3.45
31, 104.7261, 8.9119, -3.45
32, 109.6798, 9.5686, -3.45
33, 114.6334, 10.2208, -3.45
34, 119.5871, 10.8675, -3.45
35, 124.5407, 11.5078, -3.45
36, 129.4947, 12.1405, -3.45
37, 134.4489, 12.7648, -3.45
38, 139.4036, 13.3796, -3.45
39, 144.3588, 13.9839, -3.45
40, 149.3147, 14.5767, -3.45
41, 154.2713, 15.1571, -3.45
42, 156.7501, 15.4423, -3.45
43, 159.2292, 15.7243, -3.45
44, 161.7084, 16.0028, -3.45
45, 164.1881, 16.2778, -3.45
46, 169.1484, 16.8175, -3.45
47, 174.1101, 17.3428, -3.45
48, 179.0725, 17.8534, -3.45
49, 184.0352, 18.3477, -3.45
50, 186.5163, 18.5879, -3.45
51, 188.9973, 18.8228, -3.45
52, 191.4785, 19.0524, -3.45
53, 193.9596, 19.2761, -3.45
54, 198.9219, 19.7046, -3.45
55, 203.8847, 20.1055, -3.45

```

|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 56,  | 208.8501, | 20.4779, | -3.45 |
| 57,  | 213.8183, | 20.8229, | -3.45 |
| 58,  | 218.7892, | 21.1419, | -3.45 |
| 59,  | 223.7627, | 21.436,  | -3.45 |
| 60,  | 228.7384, | 21.7066, | -3.45 |
| 61,  | 233.7155, | 21.9546, | -3.45 |
| 62,  | 238.6937, | 22.1799, | -3.45 |
| 63,  | 243.673,  | 22.3827, | -3.45 |
| 64,  | 248.6531, | 22.5628, | -3.45 |
| 65,  | 253.6341, | 22.7204, | -3.45 |
| 66,  | 258.6157, | 22.8556, | -3.45 |
| 67,  | 263.5978, | 22.9683, | -3.45 |
| 68,  | 268.5805, | 23.0586, | -3.45 |
| 69,  | 273.5636, | 23.1265, | -3.45 |
| 70,  | 276.0552, | 23.152,  | -3.45 |
| 71,  | 278.5469, | 23.172,  | -3.45 |
| 72,  | 281.0386, | 23.1864, | -3.45 |
| 73,  | 283.5303, | 23.1952, | -3.45 |
| 74,  | 288.5137, | 23.1958, | -3.45 |
| 75,  | 293.4968, | 23.1735, | -3.45 |
| 76,  | 298.4796, | 23.1285, | -3.45 |
| 77,  | 303.4621, | 23.0603, | -3.45 |
| 78,  | 305.9534, | 23.0176, | -3.45 |
| 79,  | 308.4446, | 22.9691, | -3.45 |
| 80,  | 310.9358, | 22.9151, | -3.45 |
| 81,  | 313.4271, | 22.8556, | -3.45 |
| 82,  | 318.4095, | 22.7203, | -3.45 |
| 83,  | 323.3918, | 22.564,  | -3.45 |
| 84,  | 328.3738, | 22.3873, | -3.45 |
| 85,  | 333.3539, | 22.1903, | -3.45 |
| 86,  | 338.3312, | 21.9701, | -3.45 |
| 87,  | 343.3053, | 21.7247, | -3.45 |
| 88,  | 348.2761, | 21.4511, | -3.45 |
| 89,  | 353.2434, | 21.1469, | -3.45 |
| 90,  | 358.2098, | 20.8112, | -3.45 |
| 91,  | 363.1768, | 20.447,  | -3.45 |
| 92,  | 368.1444, | 20.0577, | -3.45 |
| 93,  | 373.113,  | 19.6467, | -3.45 |
| 94,  | 378.0823, | 19.2176, | -3.45 |
| 95,  | 383.0514, | 18.7728, | -3.45 |
| 96,  | 388.0192, | 18.3133, | -3.45 |
| 97,  | 392.9857, | 17.8389, | -3.45 |
| 98,  | 395.4685, | 17.5962, | -3.45 |
| 99,  | 397.9509, | 17.3498, | -3.45 |
| 100, | 400.433,  | 17.0999, | -3.45 |
| 101, | 402.9147, | 16.8462, | -3.45 |
| 102, | 407.8778, | 16.3285, | -3.45 |
| 103, | 412.8405, | 15.7976, | -3.45 |
| 104, | 417.8029, | 15.2552, | -3.45 |
| 105, | 422.7653, | 14.7026, | -3.45 |
| 106, | 425.2464, | 14.4228, | -3.45 |
| 107, | 427.7276, | 14.141,  | -3.45 |
| 108, | 430.2086, | 13.8574, | -3.45 |
| 109, | 432.6894, | 13.5718, | -3.45 |
| 110, | 437.65,   | 12.9948, | -3.45 |
| 111, | 442.6097, | 12.4097, | -3.45 |
| 112, | 447.568,  | 11.8163, | -3.45 |
| 113, | 452.5254, | 11.2145, | -3.45 |
| 114, | 457.4839, | 10.6048, | -3.45 |
| 115, | 462.446,  | 9.9917,  | -3.45 |
| 116, | 467.412,  | 9.3805,  | -3.45 |
| 117, | 472.383,  | 8.7761,  | -3.45 |
| 118, | 477.3589, | 8.1844,  | -3.45 |
| 119, | 482.3367, | 7.608,   | -3.45 |
| 120, | 487.3148, | 7.046,   | -3.45 |
| 121, | 492.293,  | 6.4964,  | -3.45 |
| 122, | 497.2709, | 5.9575,  | -3.45 |
| 123, | 502.2485, | 5.4273,  | -3.45 |
| 124, | 507.2254, | 4.9041,  | -3.45 |
| 125, | 512.2014, | 4.3859,  | -3.45 |
| 126, | 514.6891, | 4.1281,  | -3.45 |
| 127, | 517.1766, | 3.8711,  | -3.45 |
| 128, | 519.6637, | 3.6143,  | -3.45 |
| 129, | 522.1505, | 3.3577,  | -3.45 |
| 130, | 527.1232, | 2.844,   | -3.45 |
| 131, | 532.0975, | 2.3295,  | -3.45 |
| 132, | 537.0755, | 1.8181,  | -3.45 |
| 133, | 542.0575, | 1.3142,  | -3.45 |
| 134, | 544.5503, | 1.0667,  | -3.45 |
| 135, | 547.0443, | 0.8226,  | -3.45 |
| 136, | 549.5397, | 0.5828,  | -3.45 |
| 137, | 552.0361, | 0.3479,  | -3.45 |
| 138, | 557.0302, | -0.1064, | -3.45 |
| 139, | 562.0248, | -0.5414, | -3.45 |
| 140, | 567.0198, | -0.9586, | -3.45 |
| 141, | 572.0147, | -1.3598, | -3.45 |
| 142, | 577.0099, | -1.7466, | -3.45 |

|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 143, | 582.0073, | -2.1195, | -3.45 |
| 144, | 587.009,  | -2.4752, | -3.45 |
| 145, | 592.015,  | -2.8097, | -3.45 |
| 146, | 597.0257, | -3.1187, | -3.45 |
| 147, | 602.0382, | -3.3983, | -3.45 |
| 148, | 604.5352, | -3.529,  | -3.45 |
| 149, | 0,        | 0,       | -3.45 |
| 150, | 2.4875,   | 0.2493,  | -3.45 |
| 151, | 7.4615,   | 0.7592,  | -3.45 |
| 152, | 12.434,   | 1.2828,  | -3.45 |
| 153, | 17.4051,  | 1.8195,  | -3.45 |
| 154, | 22.3749,  | 2.3685,  | -3.45 |
| 155, | 27.3433,  | 2.9293,  | -3.45 |
| 156, | 32.3105,  | 3.501,   | -3.45 |
| 157, | 37.2766,  | 4.0822,  | -3.45 |
| 158, | 42.2418,  | 4.6712,  | -3.45 |
| 159, | 47.2063,  | 5.2663,  | -3.45 |
| 160, | 52.1702,  | 5.8659,  | -3.45 |
| 161, | 57.1337,  | 6.4687,  | -3.45 |
| 162, | 62.0967,  | 7.076,   | -3.45 |
| 163, | 67.0589,  | 7.6896,  | -3.45 |
| 164, | 72.0201,  | 8.3113,  | -3.45 |
| 165, | 76.98,    | 8.9429,  | -3.45 |
| 166, | 81.9385,  | 9.5858,  | -3.45 |
| 167, | 86.8958,  | 10.2378, | -3.45 |
| 168, | 91.8523,  | 10.8959, | -3.45 |
| 169, | 96.8084,  | 11.5572, | -3.45 |
| 170, | 101.7645, | 12.2187, | -3.45 |
| 171, | 106.7209, | 12.8777, | -3.45 |
| 172, | 111.6778, | 13.5327, | -3.45 |
| 173, | 116.6353, | 14.1828, | -3.45 |
| 174, | 121.5936, | 14.827,  | -3.45 |
| 175, | 126.5529, | 15.4643, | -3.45 |
| 176, | 131.5131, | 16.0938, | -3.45 |
| 177, | 136.4744, | 16.7143, | -3.45 |
| 178, | 141.437,  | 17.3249, | -3.45 |
| 179, | 146.4009, | 17.9246, | -3.45 |
| 180, | 151.3662, | 18.5124, | -3.45 |
| 181, | 156.3331, | 19.0873, | -3.45 |
| 182, | 161.3014, | 19.6489, | -3.45 |
| 183, | 166.2713, | 20.1967, | -3.45 |
| 184, | 171.2428, | 20.7303, | -3.45 |
| 185, | 176.2157, | 21.2495, | -3.45 |
| 186, | 181.1903, | 21.7534, | -3.45 |
| 187, | 186.1666, | 22.2399, | -3.45 |
| 188, | 191.1448, | 22.7059, | -3.45 |
| 189, | 196.1251, | 23.1487, | -3.45 |
| 190, | 201.1077, | 23.5655, | -3.45 |
| 191, | 206.0926, | 23.9537, | -3.45 |
| 192, | 211.0796, | 24.3137, | -3.45 |
| 193, | 216.0685, | 24.6468, | -3.45 |
| 194, | 221.0591, | 24.9543, | -3.45 |
| 195, | 226.051,  | 25.2375, | -3.45 |
| 196, | 231.0443, | 25.4977, | -3.45 |
| 197, | 236.0386, | 25.7351, | -3.45 |
| 198, | 241.034,  | 25.9498, | -3.45 |
| 199, | 246.0303, | 26.1419, | -3.45 |
| 200, | 251.0274, | 26.3113, | -3.45 |
| 201, | 256.0253, | 26.4582, | -3.45 |
| 202, | 261.0237, | 26.5826, | -3.45 |
| 203, | 266.0227, | 26.6844, | -3.45 |
| 204, | 271.022,  | 26.7637, | -3.45 |
| 205, | 276.0217, | 26.8206, | -3.45 |
| 206, | 281.0216, | 26.8551, | -3.45 |
| 207, | 286.0216, | 26.867,  | -3.45 |
| 208, | 291.0215, | 26.8562, | -3.45 |
| 209, | 296.0214, | 26.8225, | -3.45 |
| 210, | 301.0211, | 26.7657, | -3.45 |
| 211, | 306.0205, | 26.6857, | -3.45 |
| 212, | 311.0194, | 26.5829, | -3.45 |
| 213, | 316.0178, | 26.458,  | -3.45 |
| 214, | 321.0157, | 26.3117, | -3.45 |
| 215, | 326.0129, | 26.1446, | -3.45 |
| 216, | 331.0094, | 25.9574, | -3.45 |
| 217, | 336.005,  | 25.7484, | -3.45 |
| 218, | 340.9996, | 25.5151, | -3.45 |
| 219, | 345.9928, | 25.2548, | -3.45 |
| 220, | 350.9844, | 24.9649, | -3.45 |
| 221, | 355.974,  | 24.6433, | -3.45 |
| 222, | 360.9616, | 24.2914, | -3.45 |
| 223, | 365.9472, | 23.9128, | -3.45 |
| 224, | 370.931,  | 23.5109, | -3.45 |
| 225, | 375.9132, | 23.0893, | -3.45 |
| 226, | 380.894,  | 22.6512, | -3.45 |
| 227, | 385.8734, | 22.1981, | -3.45 |
| 228, | 390.8515, | 21.7301, | -3.45 |
| 229, | 395.8281, | 21.2473, | -3.45 |

|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 230, | 400.8033, | 20.7499, | -3.45 |
| 231, | 405.777,  | 20.238,  | -3.45 |
| 232, | 410.7493, | 19.7125, | -3.45 |
| 233, | 415.7203, | 19.1748, | -3.45 |
| 234, | 420.6902, | 18.6263, | -3.45 |
| 235, | 425.6589, | 18.0683, | -3.45 |
| 236, | 430.6268, | 17.5022, | -3.45 |
| 237, | 435.5937, | 16.9285, | -3.45 |
| 238, | 440.5598, | 16.3467, | -3.45 |
| 239, | 445.5249, | 15.7568, | -3.45 |
| 240, | 450.4889, | 15.1585, | -3.45 |
| 241, | 455.452,  | 14.5517, | -3.45 |
| 242, | 460.4143, | 13.9394, | -3.45 |
| 243, | 465.3767, | 13.3268, | -3.45 |
| 244, | 470.3396, | 12.719,  | -3.45 |
| 245, | 475.3038, | 12.1214, | -3.45 |
| 246, | 480.2697, | 11.5386, | -3.45 |
| 247, | 485.2373, | 10.9709, | -3.45 |
| 248, | 490.2065, | 10.4163, | -3.45 |
| 249, | 495.1769, | 9.8732,  | -3.45 |
| 250, | 500.1483, | 9.3395,  | -3.45 |
| 251, | 505.1206, | 8.8136,  | -3.45 |
| 252, | 510.0935, | 8.2935,  | -3.45 |
| 253, | 515.0668, | 7.7774,  | -3.45 |
| 254, | 520.0403, | 7.2637,  | -3.45 |
| 255, | 525.0139, | 6.7504,  | -3.45 |
| 256, | 529.9874, | 6.236,   | -3.45 |
| 257, | 534.9609, | 5.7227,  | -3.45 |
| 258, | 539.9351, | 5.2151,  | -3.45 |
| 259, | 544.9103, | 4.7177,  | -3.45 |
| 260, | 549.887,  | 4.2351,  | -3.45 |
| 261, | 554.8655, | 3.7719,  | -3.45 |
| 262, | 559.8458, | 3.3287,  | -3.45 |
| 263, | 564.8277, | 2.9039,  | -3.45 |
| 264, | 569.811,  | 2.4959,  | -3.45 |
| 265, | 574.7955, | 2.1029,  | -3.45 |
| 266, | 579.7811, | 1.7236,  | -3.45 |
| 267, | 584.7679, | 1.3597,  | -3.45 |
| 268, | 589.756,  | 1.0153,  | -3.45 |
| 269, | 594.7457, | 0.6942,  | -3.45 |
| 270, | 599.737,  | 0.4006,  | -3.45 |
| 271, | 604.7299, | 0.1346,  | -3.45 |
| 272, | 607.2263, | 0,       | -3.45 |
| 273, | -0.3639,  | 3.6507,  | -3.45 |
| 274, | 2.1188,   | 3.8995,  | -3.45 |
| 275, | 4.6006,   | 4.1521,  | -3.45 |
| 276, | 9.5637,   | 4.6679,  | -3.45 |
| 277, | 14.5259,  | 5.1971,  | -3.45 |
| 278, | 19.4873,  | 5.7391,  | -3.45 |
| 279, | 24.4477,  | 6.2931,  | -3.45 |
| 280, | 29.4076,  | 6.8585,  | -3.45 |
| 281, | 34.3672,  | 7.4344,  | -3.45 |
| 282, | 39.3271,  | 8.019,   | -3.45 |
| 283, | 44.2874,  | 8.6108,  | -3.45 |
| 284, | 46.7679,  | 8.9088,  | -3.45 |
| 285, | 49.2483,  | 9.2079,  | -3.45 |
| 286, | 51.729,   | 9.508,   | -3.45 |
| 287, | 54.2097,  | 9.8089,  | -3.45 |
| 288, | 59.1697,  | 10.4133, | -3.45 |
| 289, | 64.1277,  | 11.0229, | -3.45 |
| 290, | 69.0834,  | 11.6396, | -3.45 |
| 291, | 74.0368,  | 12.2651, | -3.45 |
| 292, | 76.5124,  | 12.5817, | -3.45 |
| 293, | 78.9878,  | 12.9013, | -3.45 |
| 294, | 81.4632,  | 13.2236, | -3.45 |
| 295, | 83.9389,  | 13.5482, | -3.45 |
| 296, | 88.8913,  | 14.2031, | -3.45 |
| 297, | 93.8452,  | 14.8629, | -3.45 |
| 298, | 98.801,   | 15.5246, | -3.45 |
| 299, | 103.7591, | 16.1853, | -3.45 |
| 300, | 108.7186, | 16.8428, | -3.45 |
| 301, | 113.6794, | 17.496,  | -3.45 |
| 302, | 118.6417, | 18.1439, | -3.45 |
| 303, | 123.6055, | 18.7854, | -3.45 |
| 304, | 128.5709, | 19.4197, | -3.45 |
| 305, | 133.5383, | 20.0456, | -3.45 |
| 306, | 138.5076, | 20.6622, | -3.45 |
| 307, | 143.4788, | 21.2685, | -3.45 |
| 308, | 148.4521, | 21.8633, | -3.45 |
| 309, | 153.4277, | 22.4459, | -3.45 |
| 310, | 155.9161, | 22.7323, | -3.45 |
| 311, | 158.405,  | 23.0153, | -3.45 |
| 312, | 160.8944, | 23.295,  | -3.45 |
| 313, | 163.3843, | 23.5712, | -3.45 |
| 314, | 168.3654, | 24.1131, | -3.45 |
| 315, | 173.3481, | 24.6406, | -3.45 |
| 316, | 178.3331, | 25.1536, | -3.45 |

|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 317, | 183.3212, | 25.6503, | -3.45 |
| 318, | 185.8169, | 25.8919, | -3.45 |
| 319, | 188.3135, | 26.1284, | -3.45 |
| 320, | 190.8111, | 26.3594, | -3.45 |
| 321, | 193.3098, | 26.5847, | -3.45 |
| 322, | 198.3103, | 27.0166, | -3.45 |
| 323, | 203.3151, | 27.4209, | -3.45 |
| 324, | 208.3217, | 27.7963, | -3.45 |
| 325, | 213.3295, | 28.1441, | -3.45 |
| 326, | 218.338,  | 28.4655, | -3.45 |
| 327, | 223.3471, | 28.7618, | -3.45 |
| 328, | 228.3566, | 29.0342, | -3.45 |
| 329, | 233.3671, | 29.2838, | -3.45 |
| 330, | 238.3787, | 29.5107, | -3.45 |
| 331, | 243.391,  | 29.7147, | -3.45 |
| 332, | 248.4045, | 29.896,  | -3.45 |
| 333, | 253.4185, | 30.0548, | -3.45 |
| 334, | 258.4331, | 30.1908, | -3.45 |
| 335, | 263.4484, | 30.3043, | -3.45 |
| 336, | 268.4641, | 30.3952, | -3.45 |
| 337, | 273.48,   | 30.4635, | -3.45 |
| 338, | 275.9882, | 30.4892, | -3.45 |
| 339, | 278.4963, | 30.5094, | -3.45 |
| 340, | 281.0046, | 30.5238, | -3.45 |
| 341, | 283.5129, | 30.5326, | -3.45 |
| 342, | 288.5295, | 30.5332, | -3.45 |
| 343, | 293.5462, | 30.5109, | -3.45 |
| 344, | 298.563,  | 30.4655, | -3.45 |
| 345, | 303.5795, | 30.3969, | -3.45 |
| 346, | 306.0876, | 30.3538, | -3.45 |
| 347, | 308.5954, | 30.3051, | -3.45 |
| 348, | 311.103,  | 30.2507, | -3.45 |
| 349, | 313.6103, | 30.1908, | -3.45 |
| 350, | 318.6241, | 30.0547, | -3.45 |
| 351, | 323.637,  | 29.8974, | -3.45 |
| 352, | 328.6486, | 29.7197, | -3.45 |
| 353, | 333.6607, | 29.5213, | -3.45 |
| 354, | 338.6736, | 29.2997, | -3.45 |
| 355, | 343.6873, | 29.0523, | -3.45 |
| 356, | 348.7015, | 28.7763, | -3.45 |
| 357, | 353.7154, | 28.4693, | -3.45 |
| 358, | 358.7262, | 28.1306, | -3.45 |
| 359, | 363.7324, | 27.7634, | -3.45 |
| 360, | 368.7342, | 27.3715, | -3.45 |
| 361, | 373.7316, | 26.9581, | -3.45 |
| 362, | 378.7253, | 26.5268, | -3.45 |
| 363, | 383.7164, | 26.0802, | -3.45 |
| 364, | 388.706,  | 25.6185, | -3.45 |
| 365, | 393.6943, | 25.1421, | -3.45 |
| 366, | 396.1877, | 24.8984, | -3.45 |
| 367, | 398.6809, | 24.651,  | -3.45 |
| 368, | 401.1736, | 24.3999, | -3.45 |
| 369, | 403.6659, | 24.1452, | -3.45 |
| 370, | 408.649,  | 23.6253, | -3.45 |
| 371, | 413.6295, | 23.0926, | -3.45 |
| 372, | 418.6079, | 22.5484, | -3.45 |
| 373, | 423.5841, | 21.9942, | -3.45 |
| 374, | 426.0714, | 21.7138, | -3.45 |
| 375, | 428.5584, | 21.4314, | -3.45 |
| 376, | 431.045,  | 21.147,  | -3.45 |
| 377, | 433.5314, | 20.8608, | -3.45 |
| 378, | 438.5038, | 20.2824, | -3.45 |
| 379, | 443.4753, | 19.6959, | -3.45 |
| 380, | 448.446,  | 19.1011, | -3.45 |
| 381, | 453.4158, | 18.4977, | -3.45 |
| 382, | 458.3825, | 17.887,  | -3.45 |
| 383, | 463.345,  | 17.2739, | -3.45 |
| 384, | 468.304,  | 16.6635, | -3.45 |
| 385, | 473.26,   | 16.0611, | -3.45 |
| 386, | 478.2141, | 15.4718, | -3.45 |
| 387, | 483.1699, | 14.898,  | -3.45 |
| 388, | 488.1286, | 14.3382, | -3.45 |
| 389, | 493.09,   | 13.7904, | -3.45 |
| 390, | 498.0541, | 13.2531, | -3.45 |
| 391, | 503.0203, | 12.7241, | -3.45 |
| 392, | 507.9886, | 12.2017, | -3.45 |
| 393, | 512.9588, | 11.6843, | -3.45 |
| 394, | 515.4445, | 11.4267, | -3.45 |
| 395, | 517.9304, | 11.1697, | -3.45 |
| 396, | 520.4169, | 10.9131, | -3.45 |
| 397, | 522.9037, | 10.6565, | -3.45 |
| 398, | 527.878,  | 10.1426, | -3.45 |
| 399, | 532.8507, | 9.6283,  | -3.45 |
| 400, | 537.8203, | 9.1177,  | -3.45 |
| 401, | 542.7875, | 8.6154,  | -3.45 |
| 402, | 545.2703, | 8.3687,  | -3.45 |
| 403, | 547.7525, | 8.1258,  | -3.45 |



|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 404, | 550.2343, | 7.8874,  | -3.45 |
| 405, | 552.7159, | 7.6539,  | -3.45 |
| 406, | 557.6806, | 7.2022,  | -3.45 |
| 407, | 562.6482, | 6.7696,  | -3.45 |
| 408, | 567.6186, | 6.3544,  | -3.45 |
| 409, | 572.5915, | 5.955,   | -3.45 |
| 410, | 577.5665, | 5.5698,  | -3.45 |
| 411, | 582.5413, | 5.1985,  | -3.45 |
| 412, | 587.5144, | 4.8448,  | -3.45 |
| 413, | 592.4862, | 4.5127,  | -3.45 |
| 414, | 597.4565, | 4.2061,  | -3.45 |
| 415, | 602.4286, | 3.9289,  | -3.45 |
| 416, | 604.9246, | 3.7982,  | -3.45 |
| 417, | 0.3653,   | -3.6643, | -3.34 |
| 418, | 2.8576,   | -3.4146, | -3.34 |
| 419, | 7.8421,   | -2.9036, | -3.34 |
| 420, | 12.8245,  | -2.3789, | -3.34 |
| 421, | 17.805,   | -1.8412, | -3.34 |
| 422, | 22.7837,  | -1.2912, | -3.34 |
| 423, | 27.7604,  | -0.7295, | -3.34 |
| 424, | 32.7352,  | -0.1569, | -3.34 |
| 425, | 37.7077,  | 0.425,   | -3.34 |
| 426, | 42.678,   | 1.0146,  | -3.34 |
| 427, | 47.6513,  | 1.6092,  | -3.34 |
| 428, | 52.6246,  | 2.2088,  | -3.34 |
| 429, | 57.5979,  | 2.8134,  | -3.34 |
| 430, | 62.5712,  | 3.423,   | -3.34 |
| 431, | 67.5445,  | 4.0376,  | -3.34 |
| 432, | 72.5178,  | 4.6572,  | -3.34 |
| 433, | 77.4911,  | 5.2818,  | -3.34 |
| 434, | 82.4644,  | 5.9114,  | -3.34 |
| 435, | 87.4377,  | 6.546,   | -3.34 |
| 436, | 92.411,   | 7.1856,  | -3.34 |
| 437, | 97.3843,  | 7.8302,  | -3.34 |
| 438, | 102.3576, | 8.48,    | -3.34 |
| 439, | 107.3309, | 9.1346,  | -3.34 |
| 440, | 112.3042, | 9.7942,  | -3.34 |
| 441, | 117.2775, | 10.4588, | -3.34 |
| 442, | 122.2508, | 11.1284, | -3.34 |
| 443, | 127.2241, | 11.803,  | -3.34 |
| 444, | 132.1974, | 12.4826, | -3.34 |
| 445, | 137.1707, | 13.1672, | -3.34 |
| 446, | 142.144,  | 13.8568, | -3.34 |
| 447, | 147.1173, | 14.5514, | -3.34 |
| 448, | 152.0906, | 15.256,  | -3.34 |
| 449, | 157.0639, | 15.9656, | -3.34 |
| 450, | 162.0372, | 16.6802, | -3.34 |
| 451, | 167.0105, | 17.4048, | -3.34 |
| 452, | 171.9838, | 18.1344, | -3.34 |
| 453, | 176.9571, | 18.869,  | -3.34 |
| 454, | 181.9304, | 19.6086, | -3.34 |
| 455, | 186.9037, | 20.3532, | -3.34 |
| 456, | 191.877,  | 21.1028, | -3.34 |
| 457, | 196.8503, | 21.8574, | -3.34 |
| 458, | 201.8236, | 22.617,  | -3.34 |
| 459, | 206.7969, | 23.3816, | -3.34 |
| 460, | 211.7702, | 24.1512, | -3.34 |
| 461, | 216.7435, | 24.9258, | -3.34 |
| 462, | 221.7168, | 25.7054, | -3.34 |
| 463, | 226.6901, | 26.49,   | -3.34 |
| 464, | 231.6634, | 27.2796, | -3.34 |
| 465, | 236.6367, | 28.0742, | -3.34 |
| 466, | 241.61,   | 28.8738, | -3.34 |
| 467, | 246.5833, | 29.6784, | -3.34 |
| 468, | 251.5566, | 30.488,  | -3.34 |
| 469, | 256.5299, | 31.3026, | -3.34 |
| 470, | 261.5032, | 32.1222, | -3.34 |
| 471, | 266.4765, | 32.9468, | -3.34 |
| 472, | 271.4498, | 33.7764, | -3.34 |
| 473, | 276.4231, | 34.611,  | -3.34 |
| 474, | 281.3964, | 35.4506, | -3.34 |
| 475, | 286.3697, | 36.2952, | -3.34 |
| 476, | 291.343,  | 37.1448, | -3.34 |
| 477, | 296.3163, | 38.0044, | -3.34 |
| 478, | 301.2896, | 38.869,  | -3.34 |
| 479, | 306.2629, | 39.7386, | -3.34 |
| 480, | 311.2362, | 40.6132, | -3.34 |
| 481, | 316.2095, | 41.4928, | -3.34 |
| 482, | 321.1828, | 42.3774, | -3.34 |
| 483, | 326.1561, | 43.267,  | -3.34 |
| 484, | 331.1294, | 44.1616, | -3.34 |
| 485, | 336.1027, | 45.0612, | -3.34 |
| 486, | 341.076,  | 45.9658, | -3.34 |
| 487, | 346.0493, | 46.8754, | -3.34 |
| 488, | 351.0226, | 47.79,   | -3.34 |
| 489, | 355.9959, | 48.7096, | -3.34 |
| 490, | 360.9692, | 49.6342, | -3.34 |

|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 491, | 445.0873, | 12.1004, | -3.34 |
| 492, | 450.0451, | 11.5028, | -3.34 |
| 493, | 455.0026, | 10.8967, | -3.34 |
| 494, | 459.9628, | 10.2847, | -3.34 |
| 495, | 464.9268, | 9.6719,  | -3.34 |
| 496, | 469.8952, | 9.0634,  | -3.34 |
| 497, | 474.8689, | 8.4647,  | -3.34 |
| 498, | 479.8461, | 7.8805,  | -3.34 |
| 499, | 484.8242, | 7.3116,  | -3.34 |
| 500, | 489.8024, | 6.756,   | -3.34 |
| 501, | 494.7806, | 6.2121,  | -3.34 |
| 502, | 499.7583, | 5.6777,  | -3.34 |
| 503, | 504.7356, | 5.1513,  | -3.34 |
| 504, | 509.7121, | 4.6308,  | -3.34 |
| 505, | 524.6355, | 3.0874,  | -3.34 |
| 506, | 529.6085, | 2.573,   | -3.34 |
| 507, | 534.5845, | 2.0595,  | -3.34 |
| 508, | 539.5646, | 1.5513,  | -3.34 |
| 509, | 554.5319, | 0.1045,  | -3.34 |
| 510, | 559.5263, | -0.3399, | -3.34 |
| 511, | 564.5212, | -0.7658, | -3.34 |
| 512, | 569.5162, | -1.1748, | -3.34 |
| 513, | 574.5112, | -1.5686, | -3.34 |
| 514, | 579.507,  | -1.9487, | -3.34 |
| 515, | 584.5067, | -2.3135, | -3.34 |
| 516, | 589.5105, | -2.659,  | -3.34 |
| 517, | 594.519,  | -2.9813, | -3.34 |
| 518, | 599.532,  | -3.2762, | -3.34 |
| 519, | 604.5345, | -3.5427, | -3.34 |
| 520, | 607.0241, | -3.6769, | -3.34 |
| 521, | 0,        | 0,       | -3.34 |
| 522, | 2.4875,   | 0.2493,  | -3.34 |
| 523, | 7.4615,   | 0.7592,  | -3.34 |
| 524, | 12.434,   | 1.2828,  | -3.34 |
| 525, | 17.4051,  | 1.8195,  | -3.34 |
| 526, | 22.3749,  | 2.3685,  | -3.34 |
| 527, | 27.3433,  | 2.9293,  | -3.34 |
| 528, | 32.3105,  | 3.501,   | -3.34 |
| 529, | 37.2766,  | 4.0822,  | -3.34 |
| 530, | 42.2418,  | 4.6712,  | -3.34 |
| 531, | 57.1337,  | 6.4687,  | -3.34 |
| 532, | 62.0967,  | 7.076,   | -3.34 |
| 533, | 67.0589,  | 7.6896,  | -3.34 |
| 534, | 72.0201,  | 8.3113,  | -3.34 |
| 535, | 86.8958,  | 10.2378, | -3.34 |
| 536, | 91.8523,  | 10.8959, | -3.34 |
| 537, | 96.8084,  | 11.5572, | -3.34 |
| 538, | 101.7645, | 12.2187, | -3.34 |
| 539, | 106.7209, | 12.8777, | -3.34 |
| 540, | 111.6778, | 13.5327, | -3.34 |
| 541, | 116.6353, | 14.1828, | -3.34 |
| 542, | 121.5936, | 14.827,  | -3.34 |
| 543, | 126.5529, | 15.4643, | -3.34 |
| 544, | 131.5131, | 16.0938, | -3.34 |
| 545, | 136.4744, | 16.7143, | -3.34 |
| 546, | 141.437,  | 17.3249, | -3.34 |
| 547, | 146.4009, | 17.9246, | -3.34 |
| 548, | 151.3662, | 18.5124, | -3.34 |
| 549, | 166.2713, | 20.1967, | -3.34 |
| 550, | 171.2428, | 20.7303, | -3.34 |
| 551, | 176.2157, | 21.2495, | -3.34 |
| 552, | 181.1903, | 21.7534, | -3.34 |
| 553, | 196.1251, | 23.1487, | -3.34 |
| 554, | 201.1077, | 23.5655, | -3.34 |
| 555, | 206.0926, | 23.9537, | -3.34 |
| 556, | 211.0796, | 24.3137, | -3.34 |
| 557, | 216.0685, | 24.6468, | -3.34 |
| 558, | 221.0591, | 24.9543, | -3.34 |
| 559, | 226.051,  | 25.2375, | -3.34 |
| 560, | 231.0443, | 25.4977, | -3.34 |
| 561, | 236.0386, | 25.7351, | -3.34 |
| 562, | 241.034,  | 25.9498, | -3.34 |
| 563, | 246.0303, | 26.1419, | -3.34 |
| 564, | 251.0274, | 26.3113, | -3.34 |
| 565, | 256.0253, | 26.4582, | -3.34 |
| 566, | 261.0237, | 26.5826, | -3.34 |
| 567, | 266.0227, | 26.6844, | -3.34 |
| 568, | 271.022,  | 26.7637, | -3.34 |
| 569, | 286.0216, | 26.867,  | -3.34 |
| 570, | 291.0215, | 26.8562, | -3.34 |
| 571, | 296.0214, | 26.8225, | -3.34 |
| 572, | 301.0211, | 26.7657, | -3.34 |
| 573, | 316.0178, | 26.458,  | -3.34 |
| 574, | 321.0157, | 26.3117, | -3.34 |
| 575, | 326.0129, | 26.1446, | -3.34 |
| 576, | 331.0094, | 25.9574, | -3.34 |
| 577, | 336.005,  | 25.7484, | -3.34 |

|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 578, | 340.9996, | 25.5151, | -3.34 |
| 579, | 345.9928, | 25.2548, | -3.34 |
| 580, | 350.9844, | 24.9649, | -3.34 |
| 581, | 355.974,  | 24.6433, | -3.34 |
| 582, | 360.9616, | 24.2914, | -3.34 |
| 583, | 365.9472, | 23.9128, | -3.34 |
| 584, | 370.931,  | 23.5109, | -3.34 |
| 585, | 375.9132, | 23.0893, | -3.34 |
| 586, | 380.894,  | 22.6512, | -3.34 |
| 587, | 385.8734, | 22.1981, | -3.34 |
| 588, | 390.8515, | 21.7301, | -3.34 |
| 589, | 405.777,  | 20.238,  | -3.34 |
| 590, | 410.7493, | 19.7125, | -3.34 |
| 591, | 415.7203, | 19.1748, | -3.34 |
| 592, | 420.6902, | 18.6263, | -3.34 |
| 593, | 435.5937, | 16.9285, | -3.34 |
| 594, | 440.5598, | 16.3467, | -3.34 |
| 595, | 445.5249, | 15.7568, | -3.34 |
| 596, | 450.4889, | 15.1585, | -3.34 |
| 597, | 455.452,  | 14.5517, | -3.34 |
| 598, | 460.4143, | 13.9394, | -3.34 |
| 599, | 465.3767, | 13.3268, | -3.34 |
| 600, | 470.3396, | 12.719,  | -3.34 |
| 601, | 475.3038, | 12.1214, | -3.34 |
| 602, | 480.2697, | 11.5386, | -3.34 |
| 603, | 485.2373, | 10.9709, | -3.34 |
| 604, | 490.2065, | 10.4163, | -3.34 |
| 605, | 495.1769, | 9.8732,  | -3.34 |
| 606, | 500.1483, | 9.3395,  | -3.34 |
| 607, | 505.1206, | 8.8136,  | -3.34 |
| 608, | 510.0935, | 8.2935,  | -3.34 |
| 609, | 525.0139, | 6.7504,  | -3.34 |
| 610, | 529.9874, | 6.236,   | -3.34 |
| 611, | 534.9609, | 5.7227,  | -3.34 |
| 612, | 539.9351, | 5.2151,  | -3.34 |
| 613, | 554.8655, | 3.7719,  | -3.34 |
| 614, | 559.8458, | 3.3287,  | -3.34 |
| 615, | 564.8277, | 2.9039,  | -3.34 |
| 616, | 569.811,  | 2.4959,  | -3.34 |
| 617, | 574.7955, | 2.1029,  | -3.34 |
| 618, | 579.7811, | 1.7236,  | -3.34 |
| 619, | 584.7679, | 1.3597,  | -3.34 |
| 620, | 589.756,  | 1.0153,  | -3.34 |
| 621, | 594.7457, | 0.6942,  | -3.34 |
| 622, | 599.737,  | 0.4006,  | -3.34 |
| 623, | 604.7299, | 0.1346,  | -3.34 |
| 624, | 607.2263, | 0,       | -3.34 |
| 625, | -0.3653,  | 3.6643,  | -3.34 |
| 626, | 2.1174,   | 3.9132,  | -3.34 |
| 627, | 7.0809,   | 4.422,   | -3.34 |
| 628, | 12.0435,  | 4.9445,  | -3.34 |
| 629, | 17.0052,  | 5.4802,  | -3.34 |
| 630, | 21.9661,  | 6.0282,  | -3.34 |
| 631, | 26.9262,  | 6.5881,  | -3.34 |
| 632, | 31.8858,  | 7.1589,  | -3.34 |
| 633, | 36.8455,  | 7.7394,  | -3.34 |
| 634, | 41.8056,  | 8.3278,  | -3.34 |
| 635, | 56.6883,  | 10.1242, | -3.34 |
| 636, | 61.6473,  | 10.731,  | -3.34 |
| 637, | 66.6042,  | 11.3439, | -3.34 |
| 638, | 71.5588,  | 11.9648, | -3.34 |
| 639, | 86.413,   | 13.8885, | -3.34 |
| 640, | 91.3661,  | 14.5462, | -3.34 |
| 641, | 96.3211,  | 15.2073, | -3.34 |
| 642, | 101.278,  | 15.8689, | -3.34 |
| 643, | 106.2369, | 16.5283, | -3.34 |
| 644, | 111.1971, | 17.1837, | -3.34 |
| 645, | 116.1586, | 17.8343, | -3.34 |
| 646, | 121.1216, | 18.4791, | -3.34 |
| 647, | 126.0863, | 19.1171, | -3.34 |
| 648, | 131.0527, | 19.7474, | -3.34 |
| 649, | 136.0209, | 20.3688, | -3.34 |
| 650, | 140.9912, | 20.9803, | -3.34 |
| 651, | 145.9636, | 21.581,  | -3.34 |
| 652, | 150.9379, | 22.1699, | -3.34 |
| 653, | 165.873,  | 23.8576, | -3.34 |
| 654, | 170.8551, | 24.3923, | -3.34 |
| 655, | 175.8388, | 24.9127, | -3.34 |
| 656, | 180.8254, | 25.4178, | -3.34 |
| 657, | 195.8083, | 26.8175, | -3.34 |
| 658, | 200.8112, | 27.236,  | -3.34 |
| 659, | 205.8172, | 27.6259, | -3.34 |
| 660, | 210.8245, | 27.9874, | -3.34 |
| 661, | 215.8327, | 28.3217, | -3.34 |
| 662, | 220.8417, | 28.6304, | -3.34 |
| 663, | 225.851,  | 28.9146, | -3.34 |
| 664, | 230.8611, | 29.1756, | -3.34 |

|      |           |          |           |
|------|-----------|----------|-----------|
| 665, | 235.8721, | 29.4138, | -3.34     |
| 666, | 240.8842, | 29.6293, | -3.34     |
| 667, | 245.8972, | 29.822,  | -3.34     |
| 668, | 250.9109, | 29.992,  | -3.34     |
| 669, | 255.9254, | 30.1393, | -3.34     |
| 670, | 260.9404, | 30.2642, | -3.34     |
| 671, | 265.956,  | 30.3663, | -3.34     |
| 672, | 270.9718, | 30.4459, | -3.34     |
| 673, | 286.0212, | 30.5495, | -3.34     |
| 674, | 291.0379, | 30.5387, | -3.34     |
| 675, | 296.0547, | 30.5048, | -3.34     |
| 676, | 301.0715, | 30.4479, | -3.34     |
| 677, | 316.1177, | 30.1391, | -3.34     |
| 678, | 321.1312, | 29.9924, | -3.34     |
| 679, | 326.1434, | 29.8248, | -3.34     |
| 680, | 331.155,  | 29.637,  | -3.34     |
| 681, | 336.1677, | 29.4273, | -3.34     |
| 682, | 341.1811, | 29.1931, | -3.34     |
| 683, | 346.1952, | 28.9317, | -3.34     |
| 684, | 351.2095, | 28.6405, | -3.34     |
| 685, | 356.2223, | 28.3174, | -3.34     |
| 686, | 361.2309, | 27.964,  | -3.34     |
| 687, | 366.2349, | 27.584,  | -3.34     |
| 688, | 371.2346, | 27.1809, | -3.34     |
| 689, | 376.23,   | 26.7581, | -3.34     |
| 690, | 381.2223, | 26.319,  | -3.34     |
| 691, | 386.2126, | 25.8649, | -3.34     |
| 692, | 391.2016, | 25.3959, | -3.34     |
| 693, | 406.1591, | 23.9006, | -3.34     |
| 694, | 411.141,  | 23.3741, | -3.34     |
| 695, | 416.1204, | 22.8355, | -3.34     |
| 696, | 421.0978, | 22.2862, | -3.34     |
| 697, | 436.0192, | 20.5863, | -3.34     |
| 698, | 440.9912, | 20.0038, | -3.34     |
| 699, | 445.9625, | 19.4132, | -3.34     |
| 700, | 450.9327, | 18.8142, | -3.34     |
| 701, | 455.9014, | 18.2067, | -3.34     |
| 702, | 460.8658, | 17.5941, | -3.34     |
| 703, | 465.8266, | 16.9817, | -3.34     |
| 704, | 470.784,  | 16.3746, | -3.34     |
| 705, | 475.7387, | 15.7781, | -3.34     |
| 706, | 480.6933, | 15.1967, | -3.34     |
| 707, | 485.6504, | 14.6302, | -3.34     |
| 708, | 490.6106, | 14.0766, | -3.34     |
| 709, | 495.5732, | 13.5343, | -3.34     |
| 710, | 500.5383, | 13.0013, | -3.34     |
| 711, | 505.5056, | 12.4759, | -3.34     |
| 712, | 510.4749, | 11.9562, | -3.34     |
| 713, | 525.3923, | 10.4134, | -3.34     |
| 714, | 530.3663, | 9.899,   | -3.34     |
| 715, | 535.3373, | 9.3859,  | -3.34     |
| 716, | 540.3056, | 8.8789,  | -3.34     |
| 717, | 555.1991, | 7.4393,  | -3.34     |
| 718, | 560.1653, | 6.9973,  | -3.34     |
| 719, | 565.1342, | 6.5736,  | -3.34     |
| 720, | 570.1058, | 6.1666,  | -3.34     |
| 721, | 575.0798, | 5.7744,  | -3.34     |
| 722, | 580.0552, | 5.3959,  | -3.34     |
| 723, | 585.0291, | 5.0329,  | -3.34     |
| 724, | 590.0015, | 4.6896,  | -3.34     |
| 725, | 594.9724, | 4.3697,  | -3.34     |
| 726, | 599.942,  | 4.0774,  | -3.34     |
| 727, | 604.9253, | 3.8119,  | -3.34     |
| 728, | 607.4285, | 3.6769,  | -3.34     |
| 729, | 47.436,   | 3.3603,  | -2.233298 |
| 730, | 52.4013,  | 3.9601,  | -2.233298 |
| 731, | 77.2249,  | 7.0388,  | -2.233298 |
| 732, | 82.1875,  | 7.6822,  | -2.233298 |
| 733, | 156.5516, | 17.18,   | -2.233298 |
| 734, | 161.5146, | 17.741,  | -2.233298 |
| 735, | 186.3498, | 20.3289, | -2.233298 |
| 736, | 191.3197, | 20.7941, | -2.233298 |
| 737, | 276.0395, | 24.9009, | -2.233298 |
| 738, | 281.0308, | 24.9353, | -2.233298 |
| 739, | 305.9856, | 24.7662, | -2.233298 |
| 740, | 310.9759, | 24.6636, | -2.233298 |
| 741, | 395.6402, | 19.3367, | -2.233298 |
| 742, | 400.6098, | 18.8399, | -2.233298 |
| 743, | 425.4433, | 16.1607, | -2.233298 |
| 744, | 430.4082, | 15.5949, | -2.233298 |
| 745, | 514.8694, | 5.8678,  | -2.233298 |
| 746, | 519.8435, | 5.354,   | -2.233298 |
| 747, | 544.7222, | 2.8071,  | -2.233298 |
| 748, | 549.7055, | 2.3239,  | -2.233298 |
| 749, | 46.9766,  | 7.1723,  | -2.233298 |
| 750, | 51.9391,  | 7.7717,  | -2.233298 |
| 751, | 76.7351,  | 10.847,  | -2.233298 |

|      |           |          |           |
|------|-----------|----------|-----------|
| 752, | 81.6895,  | 11.4894, | -2.233298 |
| 753, | 156.1146, | 20.9946, | -2.233298 |
| 754, | 161.0882, | 21.5568, | -2.233298 |
| 755, | 185.9834, | 24.1509, | -2.233298 |
| 756, | 190.9699, | 24.6177, | -2.233298 |
| 757, | 276.0039, | 28.7403, | -2.233298 |
| 758, | 281.0124, | 28.7749, | -2.233298 |
| 759, | 306.0554, | 28.6052, | -2.233298 |
| 760, | 311.0629, | 28.5022, | -2.233298 |
| 761, | 396.016,  | 23.1579, | -2.233298 |
| 762, | 400.9968, | 22.6599, | -2.233298 |
| 763, | 425.8745, | 19.9759, | -2.233298 |
| 764, | 430.8454, | 19.4095, | -2.233298 |
| 765, | 515.2642, | 9.687,   | -2.233298 |
| 766, | 520.2371, | 9.1734,  | -2.233298 |
| 767, | 545.0984, | 6.6283,  | -2.233298 |
| 768, | 550.0685, | 6.1463,  | -2.233298 |
| 769, | 47.6825,  | 1.3099,  | -0.92     |
| 770, | 52.6494,  | 1.9098,  | -0.92     |
| 771, | 77.4879,  | 4.9904,  | -0.92     |
| 772, | 82.4548,  | 5.6344,  | -0.92     |
| 773, | 156.786,  | 15.1281, | -0.92     |
| 774, | 161.7435, | 15.6885, | -0.92     |
| 775, | 186.5465, | 18.273,  | -0.92     |
| 776, | 191.5073, | 18.7374, | -0.92     |
| 777, | 276.0581, | 22.8358, | -0.92     |
| 778, | 281.0401, | 22.8701, | -0.92     |
| 779, | 305.9476, | 22.7014, | -0.92     |
| 780, | 310.9286, | 22.5989, | -0.92     |
| 781, | 395.4375, | 17.2815, | -0.92     |
| 782, | 400.401,  | 16.7853, | -0.92     |
| 783, | 425.2108, | 14.1086, | -0.92     |
| 784, | 430.1726, | 13.5432, | -0.92     |
| 785, | 514.6566, | 3.8136,  | -0.92     |
| 786, | 519.6312, | 3.2998,  | -0.92     |
| 787, | 544.5193, | 0.7519,  | -0.92     |
| 788, | 549.5098, | 0.268,   | -0.92     |
| 789, | 47.2063,  | 5.2663,  | -0.92     |
| 790, | 52.1702,  | 5.8659,  | -0.92     |
| 791, | 76.98,    | 8.9429,  | -0.92     |
| 792, | 81.9385,  | 9.5858,  | -0.92     |
| 793, | 156.3331, | 19.0873, | -0.92     |
| 794, | 161.3014, | 19.6489, | -0.92     |
| 795, | 186.1666, | 22.2399, | -0.92     |
| 796, | 191.1448, | 22.7059, | -0.92     |
| 797, | 276.0217, | 26.8206, | -0.92     |
| 798, | 281.0216, | 26.8551, | -0.92     |
| 799, | 306.0205, | 26.6857, | -0.92     |
| 800, | 311.0194, | 26.5829, | -0.92     |
| 801, | 395.8281, | 21.2473, | -0.92     |
| 802, | 400.8033, | 20.7499, | -0.92     |
| 803, | 425.6589, | 18.0683, | -0.92     |
| 804, | 430.6268, | 17.5022, | -0.92     |
| 805, | 515.0668, | 7.7774,  | -0.92     |
| 806, | 520.0403, | 7.2637,  | -0.92     |
| 807, | 544.9103, | 4.7177,  | -0.92     |
| 808, | 549.887,  | 4.2351,  | -0.92     |
| 809, | 46.7301,  | 9.2227,  | -0.92     |
| 810, | 51.691,   | 9.822,   | -0.92     |
| 811, | 76.4721,  | 12.8954, | -0.92     |
| 812, | 81.4222,  | 13.5372, | -0.92     |
| 813, | 155.8802, | 23.0465, | -0.92     |
| 814, | 160.8593, | 23.6093, | -0.92     |
| 815, | 185.7867, | 26.2068, | -0.92     |
| 816, | 190.7823, | 26.6744, | -0.92     |
| 817, | 275.9853, | 30.8054, | -0.92     |
| 818, | 281.0031, | 30.8401, | -0.92     |
| 819, | 306.0934, | 30.67,   | -0.92     |
| 820, | 311.1102, | 30.5669, | -0.92     |
| 821, | 396.2187, | 25.2131, | -0.92     |
| 822, | 401.2056, | 24.7145, | -0.92     |
| 823, | 426.107,  | 22.028,  | -0.92     |
| 824, | 431.081,  | 21.4612, | -0.92     |
| 825, | 515.477,  | 11.7412, | -0.92     |
| 826, | 520.4494, | 11.2276, | -0.92     |
| 827, | 545.3013, | 8.6835,  | -0.92     |
| 828, | 550.2642, | 8.2022,  | -0.92     |
| 829, | 0.3965,   | -3.9778, | -0.82     |
| 830, | 2.8892,   | -3.728,  | -0.82     |
| 831, | 7.8747,   | -3.2169, | -0.82     |
| 832, | 12.8579,  | -2.6922, | -0.82     |
| 833, | 17.8392,  | -2.1544, | -0.82     |
| 834, | 22.8186,  | -1.6043, | -0.82     |
| 835, | 27.7961,  | -1.0425, | -0.82     |
| 836, | 32.7716,  | -0.4698, | -0.82     |
| 837, | 37.7445,  | 0.1122,  | -0.82     |
| 838, | 42.7153,  | 0.7018,  | -0.82     |

|      |           |          |       |
|------|-----------|----------|-------|
| 839, | 57.6172,  | 2.5006,  | -0.82 |
| 840, | 62.5846,  | 3.1084,  | -0.82 |
| 841, | 67.5525,  | 3.7227,  | -0.82 |
| 842, | 72.5209,  | 4.3453,  | -0.82 |
| 843, | 87.4199,  | 6.2748,  | -0.82 |
| 844, | 92.3801,  | 6.9334,  | -0.82 |
| 845, | 97.3374,  | 7.5949,  | -0.82 |
| 846, | 102.2926, | 8.2562,  | -0.82 |
| 847, | 107.2463, | 8.9149,  | -0.82 |
| 848, | 112.1996, | 9.5694,  | -0.82 |
| 849, | 117.1528, | 10.2189, | -0.82 |
| 850, | 122.106,  | 10.8625, | -0.82 |
| 851, | 127.0594, | 11.499,  | -0.82 |
| 852, | 132.0129, | 12.1277, | -0.82 |
| 853, | 136.9666, | 12.7472, | -0.82 |
| 854, | 141.9209, | 13.3568, | -0.82 |
| 855, | 146.8756, | 13.9554, | -0.82 |
| 856, | 151.8311, | 14.542,  | -0.82 |
| 857, | 166.7037, | 16.2227, | -0.82 |
| 858, | 171.6637, | 16.755,  | -0.82 |
| 859, | 176.6249, | 17.273,  | -0.82 |
| 860, | 181.5865, | 17.7756, | -0.82 |
| 861, | 196.469,  | 19.166,  | -0.82 |
| 862, | 201.4296, | 19.581,  | -0.82 |
| 863, | 206.3915, | 19.9674, | -0.82 |
| 864, | 211.3565, | 20.3258, | -0.82 |
| 865, | 216.3245, | 20.6575, | -0.82 |
| 866, | 221.2951, | 20.9638, | -0.82 |
| 867, | 226.2681, | 21.2459, | -0.82 |
| 868, | 231.2432, | 21.5052, | -0.82 |
| 869, | 236.2194, | 21.7417, | -0.82 |
| 870, | 241.1966, | 21.9556, | -0.82 |
| 871, | 246.1748, | 22.147,  | -0.82 |
| 872, | 251.1539, | 22.3158, | -0.82 |
| 873, | 256.1337, | 22.4622, | -0.82 |
| 874, | 261.1141, | 22.5861, | -0.82 |
| 875, | 266.0951, | 22.6876, | -0.82 |
| 876, | 271.0764, | 22.7666, | -0.82 |
| 877, | 286.0221, | 22.8695, | -0.82 |
| 878, | 291.0037, | 22.8587, | -0.82 |
| 879, | 295.9853, | 22.8252, | -0.82 |
| 880, | 300.9664, | 22.7686, | -0.82 |
| 881, | 315.9093, | 22.462,  | -0.82 |
| 882, | 320.8903, | 22.3162, | -0.82 |
| 883, | 325.8712, | 22.1496, | -0.82 |
| 884, | 330.8513, | 21.963,  | -0.82 |
| 885, | 335.8284, | 21.7548, | -0.82 |
| 886, | 340.8026, | 21.5225, | -0.82 |
| 887, | 345.7731, | 21.2633, | -0.82 |
| 888, | 350.7401, | 20.9749, | -0.82 |
| 889, | 355.7044, | 20.6549, | -0.82 |
| 890, | 360.6692, | 20.3046, | -0.82 |
| 891, | 365.6349, | 19.9275, | -0.82 |
| 892, | 370.6014, | 19.527,  | -0.82 |
| 893, | 375.5693, | 19.1066, | -0.82 |
| 894, | 380.5377, | 18.6696, | -0.82 |
| 895, | 385.5051, | 18.2176, | -0.82 |
| 896, | 390.4714, | 17.7507, | -0.82 |
| 897, | 405.3622, | 16.2621, | -0.82 |
| 898, | 410.3241, | 15.7377, | -0.82 |
| 899, | 415.2859, | 15.201,  | -0.82 |
| 900, | 420.2478, | 14.6534, | -0.82 |
| 901, | 435.1318, | 12.9578, | -0.82 |
| 902, | 440.0915, | 12.3767, | -0.82 |
| 903, | 445.0499, | 11.7876, | -0.82 |
| 904, | 450.0071, | 11.1901, | -0.82 |
| 905, | 454.9641, | 10.5841, | -0.82 |
| 906, | 459.9241, | 9.9721,  | -0.82 |
| 907, | 464.8884, | 9.3592,  | -0.82 |
| 908, | 469.8572, | 8.7507,  | -0.82 |
| 909, | 474.8317, | 8.1519,  | -0.82 |
| 910, | 479.8099, | 7.5676,  | -0.82 |
| 911, | 484.7889, | 6.9986,  | -0.82 |
| 912, | 489.7678, | 6.4429,  | -0.82 |
| 913, | 494.7467, | 5.8989,  | -0.82 |
| 914, | 499.7249, | 5.3645,  | -0.82 |
| 915, | 504.7026, | 4.838,   | -0.82 |
| 916, | 509.6795, | 4.3175,  | -0.82 |
| 917, | 524.6031, | 2.7741,  | -0.82 |
| 918, | 529.5761, | 2.2597,  | -0.82 |
| 919, | 534.5524, | 1.7461,  | -0.82 |
| 920, | 539.5329, | 1.2379,  | -0.82 |
| 921, | 554.5033, | -0.2092, | -0.82 |
| 922, | 559.499,  | -0.6537, | -0.82 |
| 923, | 564.495,  | -1.0797, | -0.82 |
| 924, | 569.491,  | -1.4888, | -0.82 |
| 925, | 574.4869, | -1.8827, | -0.82 |

|       |            |           |       |
|-------|------------|-----------|-------|
| 926,  | 579.4836,  | -2.2628,  | -0.82 |
| 927,  | 584.4843,  | -2.6277,  | -0.82 |
| 928,  | 589.4895,  | -2.9733,  | -0.82 |
| 929,  | 594.4996,  | -3.2957,  | -0.82 |
| 930,  | 599.5144,  | -3.5907,  | -0.82 |
| 931,  | 604.5178,  | -3.8573,  | -0.82 |
| 932,  | 607.0068,  | -3.9915,  | -0.82 |
| 933,  | 0,         | 0,        | -0.82 |
| 934,  | 2.4875,    | 0.2493,   | -0.82 |
| 935,  | 7.4615,    | 0.7592,   | -0.82 |
| 936,  | 12.434,    | 1.2828,   | -0.82 |
| 937,  | 17.4051,   | 1.8195,   | -0.82 |
| 938,  | 22.3749,   | 2.3685,   | -0.82 |
| 939,  | 27.3433,   | 2.9293,   | -0.82 |
| 940,  | 32.3105,   | 3.501,    | -0.82 |
| 941,  | 37.2766,   | 4.0822,   | -0.82 |
| 942,  | 42.2418,   | 4.6712,   | -0.82 |
| 943,  | 47.1337,   | 5.2687,   | -0.82 |
| 944,  | 52.0967,   | 5.876,    | -0.82 |
| 945,  | 57.0589,   | 6.4896,   | -0.82 |
| 946,  | 62.0201,   | 7.1113,   | -0.82 |
| 947,  | 67.0958,   | 7.7378,   | -0.82 |
| 948,  | 72.18523,  | 8.36959,  | -0.82 |
| 949,  | 77.28084,  | 9.00572,  | -0.82 |
| 950,  | 82.38645,  | 9.64687,  | -0.82 |
| 951,  | 87.50209,  | 10.29254, | -0.82 |
| 952,  | 92.62778,  | 10.94272, | -0.82 |
| 953,  | 97.76353,  | 11.59741, | -0.82 |
| 954,  | 102.90936, | 12.25661, | -0.82 |
| 955,  | 108.06529, | 12.92032, | -0.82 |
| 956,  | 113.23131, | 13.58854, | -0.82 |
| 957,  | 118.40744, | 14.26127, | -0.82 |
| 958,  | 123.59367, | 14.93951, | -0.82 |
| 959,  | 128.79009, | 15.62326, | -0.82 |
| 960,  | 134.00672, | 16.31252, | -0.82 |
| 961,  | 139.23355, | 17.00729, | -0.82 |
| 962,  | 144.47058, | 17.70757, | -0.82 |
| 963,  | 149.71781, | 18.41336, | -0.82 |
| 964,  | 154.97524, | 19.12466, | -0.82 |
| 965,  | 160.24287, | 19.84147, | -0.82 |
| 966,  | 165.52070, | 20.56379, | -0.82 |
| 967,  | 170.80873, | 21.29162, | -0.82 |
| 968,  | 176.10696, | 22.02496, | -0.82 |
| 969,  | 181.41539, | 22.76381, | -0.82 |
| 970,  | 186.73402, | 23.50817, | -0.82 |
| 971,  | 192.06285, | 24.25804, | -0.82 |
| 972,  | 197.40188, | 25.01342, | -0.82 |
| 973,  | 202.75111, | 25.77431, | -0.82 |
| 974,  | 208.11054, | 26.54071, | -0.82 |
| 975,  | 213.48017, | 27.31262, | -0.82 |
| 976,  | 218.85990, | 28.09004, | -0.82 |
| 977,  | 224.24973, | 28.87297, | -0.82 |
| 978,  | 229.64966, | 29.66141, | -0.82 |
| 979,  | 235.05969, | 30.45536, | -0.82 |
| 980,  | 240.47982, | 31.25482, | -0.82 |
| 981,  | 245.90005, | 32.05979, | -0.82 |
| 982,  | 251.33038, | 32.87027, | -0.82 |
| 983,  | 256.77081, | 33.68626, | -0.82 |
| 984,  | 262.22134, | 34.50776, | -0.82 |
| 985,  | 267.68197, | 35.33477, | -0.82 |
| 986,  | 273.15270, | 36.16729, | -0.82 |
| 987,  | 278.63353, | 37.00542, | -0.82 |
| 988,  | 284.12446, | 37.84906, | -0.82 |
| 989,  | 289.62549, | 38.69821, | -0.82 |
| 990,  | 295.13662, | 39.55287, | -0.82 |
| 991,  | 300.65785, | 40.41304, | -0.82 |
| 992,  | 306.18918, | 41.27872, | -0.82 |
| 993,  | 311.73061, | 42.14991, | -0.82 |
| 994,  | 317.28214, | 43.02661, | -0.82 |
| 995,  | 322.84377, | 43.90882, | -0.82 |
| 996,  | 328.41550, | 44.79654, | -0.82 |
| 997,  | 333.99733, | 45.68977, | -0.82 |
| 998,  | 339.58926, | 46.58851, | -0.82 |
| 999,  | 345.19129, | 47.49276, | -0.82 |
| 1000, | 350.79342, | 48.40252, | -0.82 |
| 1001, | 356.40565, | 49.31779, | -0.82 |
| 1002, | 362.02798, | 50.23857, | -0.82 |
| 1003, | 367.65041, | 51.16486, | -0.82 |
| 1004, | 373.28294, | 52.09666, | -0.82 |
| 1005, | 378.92557, | 53.03397, | -0.82 |
| 1006, | 384.57830, | 53.97679, | -0.82 |
| 1007, | 390.24113, | 54.92512, | -0.82 |
| 1008, | 395.91406, | 55.87896, | -0.82 |
| 1009, | 401.59709, | 56.83931, | -0.82 |
| 1010, | 407.29022, | 57.80617, | -0.82 |
| 1011, | 412.99345, | 58.77954, | -0.82 |
| 1012, | 418.70678, | 59.75942, | -0.82 |

|       |           |          |       |
|-------|-----------|----------|-------|
| 1013, | 475.3038, | 12.1214, | -0.82 |
| 1014, | 480.2697, | 11.5386, | -0.82 |
| 1015, | 485.2373, | 10.9709, | -0.82 |
| 1016, | 490.2065, | 10.4163, | -0.82 |
| 1017, | 495.1769, | 9.8732,  | -0.82 |
| 1018, | 500.1483, | 9.3395,  | -0.82 |
| 1019, | 505.1206, | 8.8136,  | -0.82 |
| 1020, | 510.0935, | 8.2935,  | -0.82 |
| 1021, | 525.0139, | 6.7504,  | -0.82 |
| 1022, | 529.9874, | 6.236,   | -0.82 |
| 1023, | 534.9609, | 5.7227,  | -0.82 |
| 1024, | 539.9351, | 5.2151,  | -0.82 |
| 1025, | 554.8655, | 3.7719,  | -0.82 |
| 1026, | 559.8458, | 3.3287,  | -0.82 |
| 1027, | 564.8277, | 2.9039,  | -0.82 |
| 1028, | 569.811,  | 2.4959,  | -0.82 |
| 1029, | 574.7955, | 2.1029,  | -0.82 |
| 1030, | 579.7811, | 1.7236,  | -0.82 |
| 1031, | 584.7679, | 1.3597,  | -0.82 |
| 1032, | 589.756,  | 1.0153,  | -0.82 |
| 1033, | 594.7457, | 0.6942,  | -0.82 |
| 1034, | 599.737,  | 0.4006,  | -0.82 |
| 1035, | 604.7299, | 0.1346,  | -0.82 |
| 1036, | 607.2263, | 0,       | -0.82 |
| 1037, | -0.3965,  | 3.9778,  | -0.82 |
| 1038, | 2.0858,   | 4.2266,  | -0.82 |
| 1039, | 7.0483,   | 4.7353,  | -0.82 |
| 1040, | 12.0101,  | 5.2578,  | -0.82 |
| 1041, | 16.971,   | 5.7934,  | -0.82 |
| 1042, | 21.9312,  | 6.3413,  | -0.82 |
| 1043, | 26.8905,  | 6.9011,  | -0.82 |
| 1044, | 31.8494,  | 7.4718,  | -0.82 |
| 1045, | 36.8087,  | 8.0522,  | -0.82 |
| 1046, | 41.7683,  | 8.6406,  | -0.82 |
| 1047, | 56.6502,  | 10.4368, | -0.82 |
| 1048, | 61.6088,  | 11.0436, | -0.82 |
| 1049, | 66.5653,  | 11.6565, | -0.82 |
| 1050, | 71.5193,  | 12.2773, | -0.82 |
| 1051, | 86.3717,  | 14.2008, | -0.82 |
| 1052, | 91.3245,  | 14.8584, | -0.82 |
| 1053, | 96.2794,  | 15.5195, | -0.82 |
| 1054, | 101.2364, | 16.1812, | -0.82 |
| 1055, | 106.1955, | 16.8405, | -0.82 |
| 1056, | 111.156,  | 17.496,  | -0.82 |
| 1057, | 116.1178, | 18.1467, | -0.82 |
| 1058, | 121.0812, | 18.7915, | -0.82 |
| 1059, | 126.0464, | 19.4296, | -0.82 |
| 1060, | 131.0133, | 20.0599, | -0.82 |
| 1061, | 135.9822, | 20.6814, | -0.82 |
| 1062, | 140.9531, | 21.293,  | -0.82 |
| 1063, | 145.9262, | 21.8938, | -0.82 |
| 1064, | 150.9013, | 22.4828, | -0.82 |
| 1065, | 165.8389, | 24.1707, | -0.82 |
| 1066, | 170.8219, | 24.7056, | -0.82 |
| 1067, | 175.8065, | 25.226,  | -0.82 |
| 1068, | 180.7941, | 25.7312, | -0.82 |
| 1069, | 195.7812, | 27.1314, | -0.82 |
| 1070, | 200.7858, | 27.55,   | -0.82 |
| 1071, | 205.7937, | 27.94,   | -0.82 |
| 1072, | 210.8027, | 28.3016, | -0.82 |
| 1073, | 215.8125, | 28.6361, | -0.82 |
| 1074, | 220.8231, | 28.9448, | -0.82 |
| 1075, | 225.8339, | 29.2291, | -0.82 |
| 1076, | 230.8454, | 29.4902, | -0.82 |
| 1077, | 235.8578, | 29.7285, | -0.82 |
| 1078, | 240.8714, | 29.944,  | -0.82 |
| 1079, | 245.8858, | 30.1368, | -0.82 |
| 1080, | 250.9009, | 30.3068, | -0.82 |
| 1081, | 255.9169, | 30.4542, | -0.82 |
| 1082, | 260.9333, | 30.5791, | -0.82 |
| 1083, | 265.9503, | 30.6812, | -0.82 |
| 1084, | 270.9676, | 30.7608, | -0.82 |
| 1085, | 286.0211, | 30.8645, | -0.82 |
| 1086, | 291.0393, | 30.8537, | -0.82 |
| 1087, | 296.0575, | 30.8198, | -0.82 |
| 1088, | 301.0758, | 30.7628, | -0.82 |
| 1089, | 316.1263, | 30.454,  | -0.82 |
| 1090, | 321.1411, | 30.3072, | -0.82 |
| 1091, | 326.1546, | 30.1396, | -0.82 |
| 1092, | 331.1675, | 29.9518, | -0.82 |
| 1093, | 336.1816, | 29.742,  | -0.82 |
| 1094, | 341.1966, | 29.5077, | -0.82 |
| 1095, | 346.2125, | 29.2463, | -0.82 |
| 1096, | 351.2287, | 28.9549, | -0.82 |
| 1097, | 356.2436, | 28.6317, | -0.82 |
| 1098, | 361.254,  | 28.2782, | -0.82 |
| 1099, | 366.2595, | 27.8981, | -0.82 |



|       |           |          |       |
|-------|-----------|----------|-------|
| 1100, | 371.2606, | 27.4948, | -0.82 |
| 1101, | 376.2571, | 27.072,  | -0.82 |
| 1102, | 381.2503, | 26.6328, | -0.82 |
| 1103, | 386.2417, | 26.1786, | -0.82 |
| 1104, | 391.2316, | 25.7095, | -0.82 |
| 1105, | 406.1918, | 24.2139, | -0.82 |
| 1106, | 411.1745, | 23.6873, | -0.82 |
| 1107, | 416.1547, | 23.1486, | -0.82 |
| 1108, | 421.1326, | 22.5992, | -0.82 |
| 1109, | 436.0556, | 20.8992, | -0.82 |
| 1110, | 441.0281, | 20.3167, | -0.82 |
| 1111, | 445.9999, | 19.726,  | -0.82 |
| 1112, | 450.9707, | 19.1269, | -0.82 |
| 1113, | 455.9399, | 18.5193, | -0.82 |
| 1114, | 460.9045, | 17.9067, | -0.82 |
| 1115, | 465.865,  | 17.2944, | -0.82 |
| 1116, | 470.822,  | 16.6873, | -0.82 |
| 1117, | 475.7759, | 16.0909, | -0.82 |
| 1118, | 480.7295, | 15.5096, | -0.82 |
| 1119, | 485.6857, | 14.9432, | -0.82 |
| 1120, | 490.6452, | 14.3897, | -0.82 |
| 1121, | 495.6071, | 13.8475, | -0.82 |
| 1122, | 500.5717, | 13.3145, | -0.82 |
| 1123, | 505.5386, | 12.7892, | -0.82 |
| 1124, | 510.5075, | 12.2695, | -0.82 |
| 1125, | 525.4247, | 10.7267, | -0.82 |
| 1126, | 530.3987, | 10.2123, | -0.82 |
| 1127, | 535.3694, | 9.6993,  | -0.82 |
| 1128, | 540.3373, | 9.1923,  | -0.82 |
| 1129, | 555.2277, | 7.753,   | -0.82 |
| 1130, | 560.1926, | 7.3111,  | -0.82 |
| 1131, | 565.1604, | 6.8875,  | -0.82 |
| 1132, | 570.131,  | 6.4806,  | -0.82 |
| 1133, | 575.1041, | 6.0885,  | -0.82 |
| 1134, | 580.0786, | 5.71,    | -0.82 |
| 1135, | 585.0515, | 5.3471,  | -0.82 |
| 1136, | 590.0225, | 5.0039,  | -0.82 |
| 1137, | 594.9918, | 4.6841,  | -0.82 |
| 1138, | 599.9596, | 4.3919,  | -0.82 |
| 1139, | 604.942,  | 4.1265,  | -0.82 |
| 1140, | 607.4458, | 3.9915,  | -0.82 |
| 1141, | 0.398,    | -3.9927, | -0.7  |
| 1142, | 2.8908,   | -3.7429, | -0.7  |
| 1143, | 7.8762,   | -3.2318, | -0.7  |
| 1144, | 12.8595,  | -2.7071, | -0.7  |
| 1145, | 17.8409,  | -2.1693, | -0.7  |
| 1146, | 22.8203,  | -1.6192, | -0.7  |
| 1147, | 27.7977,  | -1.0574, | -0.7  |
| 1148, | 32.7733,  | -0.4847, | -0.7  |
| 1149, | 37.7463,  | 0.0973,  | -0.7  |
| 1150, | 42.7171,  | 0.687,   | -0.7  |
| 1151, | 47.6858,  | 1.2826,  | -0.7  |
| 1152, | 52.6527,  | 1.8825,  | -0.7  |
| 1153, | 57.6191,  | 2.4857,  | -0.7  |
| 1154, | 62.5864,  | 3.0935,  | -0.7  |
| 1155, | 67.5544,  | 3.7078,  | -0.7  |
| 1156, | 72.5228,  | 4.3304,  | -0.7  |
| 1157, | 77.4914,  | 4.9631,  | -0.7  |
| 1158, | 82.4584,  | 5.6071,  | -0.7  |
| 1159, | 87.4218,  | 6.2599,  | -0.7  |
| 1160, | 92.382,   | 6.9185,  | -0.7  |
| 1161, | 97.3394,  | 7.58,    | -0.7  |
| 1162, | 102.2945, | 8.2414,  | -0.7  |
| 1163, | 107.2482, | 8.9,     | -0.7  |
| 1164, | 112.2016, | 9.5545,  | -0.7  |
| 1165, | 117.1548, | 10.2041, | -0.7  |
| 1166, | 122.1079, | 10.8476, | -0.7  |
| 1167, | 127.0613, | 11.4841, | -0.7  |
| 1168, | 132.0147, | 12.1128, | -0.7  |
| 1169, | 136.9685, | 12.7323, | -0.7  |
| 1170, | 141.9228, | 13.3419, | -0.7  |
| 1171, | 146.8774, | 13.9405, | -0.7  |
| 1172, | 151.8329, | 14.5271, | -0.7  |
| 1173, | 156.7892, | 15.1008, | -0.7  |
| 1174, | 161.7465, | 15.6612, | -0.7  |
| 1175, | 166.7053, | 16.2077, | -0.7  |
| 1176, | 171.6652, | 16.7401, | -0.7  |
| 1177, | 176.6264, | 17.2581, | -0.7  |
| 1178, | 181.5879, | 17.7607, | -0.7  |
| 1179, | 186.5491, | 18.2457, | -0.7  |
| 1180, | 191.5098, | 18.71,   | -0.7  |
| 1181, | 196.4703, | 19.1511, | -0.7  |
| 1182, | 201.4308, | 19.566,  | -0.7  |
| 1183, | 206.3927, | 19.9524, | -0.7  |
| 1184, | 211.3576, | 20.3108, | -0.7  |
| 1185, | 216.3255, | 20.6425, | -0.7  |
| 1186, | 221.296,  | 20.9488, | -0.7  |

|       |           |          |      |
|-------|-----------|----------|------|
| 1187, | 226.2689, | 21.2309, | -0.7 |
| 1188, | 231.244,  | 21.4902, | -0.7 |
| 1189, | 236.22,   | 21.7267, | -0.7 |
| 1190, | 241.1972, | 21.9406, | -0.7 |
| 1191, | 246.1753, | 22.132,  | -0.7 |
| 1192, | 251.1544, | 22.3008, | -0.7 |
| 1193, | 256.1341, | 22.4472, | -0.7 |
| 1194, | 261.1145, | 22.5711, | -0.7 |
| 1195, | 266.0954, | 22.6726, | -0.7 |
| 1196, | 271.0767, | 22.7516, | -0.7 |
| 1197, | 276.0584, | 22.8083, | -0.7 |
| 1198, | 281.0402, | 22.8426, | -0.7 |
| 1199, | 286.0221, | 22.8545, | -0.7 |
| 1200, | 291.0036, | 22.8437, | -0.7 |
| 1201, | 295.9851, | 22.8102, | -0.7 |
| 1202, | 300.9662, | 22.7536, | -0.7 |
| 1203, | 305.9471, | 22.6739, | -0.7 |
| 1204, | 310.928,  | 22.5714, | -0.7 |
| 1205, | 315.9089, | 22.447,  | -0.7 |
| 1206, | 320.8899, | 22.3012, | -0.7 |
| 1207, | 325.8707, | 22.1346, | -0.7 |
| 1208, | 330.8507, | 21.948,  | -0.7 |
| 1209, | 335.8277, | 21.7398, | -0.7 |
| 1210, | 340.8019, | 21.5075, | -0.7 |
| 1211, | 345.7723, | 21.2484, | -0.7 |
| 1212, | 350.7392, | 20.9599, | -0.7 |
| 1213, | 355.7034, | 20.6399, | -0.7 |
| 1214, | 360.6681, | 20.2896, | -0.7 |
| 1215, | 365.6337, | 19.9126, | -0.7 |
| 1216, | 370.6002, | 19.5121, | -0.7 |
| 1217, | 375.568,  | 19.0917, | -0.7 |
| 1218, | 380.5363, | 18.6547, | -0.7 |
| 1219, | 385.5038, | 18.2027, | -0.7 |
| 1220, | 390.47,   | 17.7358, | -0.7 |
| 1221, | 395.4348, | 17.2541, | -0.7 |
| 1222, | 400.3983, | 16.7579, | -0.7 |
| 1223, | 405.3607, | 16.2472, | -0.7 |
| 1224, | 410.3225, | 15.7228, | -0.7 |
| 1225, | 415.2843, | 15.1861, | -0.7 |
| 1226, | 420.2461, | 14.6385, | -0.7 |
| 1227, | 425.2077, | 14.0812, | -0.7 |
| 1228, | 430.1695, | 13.5158, | -0.7 |
| 1229, | 435.1301, | 12.9429, | -0.7 |
| 1230, | 440.0897, | 12.3618, | -0.7 |
| 1231, | 445.0481, | 11.7727, | -0.7 |
| 1232, | 450.0053, | 11.1752, | -0.7 |
| 1233, | 454.9623, | 10.5692, | -0.7 |
| 1234, | 459.9223, | 9.9572,  | -0.7 |
| 1235, | 464.8865, | 9.3444,  | -0.7 |
| 1236, | 469.8554, | 8.7358,  | -0.7 |
| 1237, | 474.8299, | 8.137,   | -0.7 |
| 1238, | 479.8082, | 7.5527,  | -0.7 |
| 1239, | 484.7872, | 6.9837,  | -0.7 |
| 1240, | 489.7662, | 6.428,   | -0.7 |
| 1241, | 494.7451, | 5.884,   | -0.7 |
| 1242, | 499.7233, | 5.3496,  | -0.7 |
| 1243, | 504.7011, | 4.8231,  | -0.7 |
| 1244, | 509.678,  | 4.3026,  | -0.7 |
| 1245, | 514.6538, | 3.7862,  | -0.7 |
| 1246, | 519.6284, | 3.2724,  | -0.7 |
| 1247, | 524.6016, | 2.7591,  | -0.7 |
| 1248, | 529.5746, | 2.2448,  | -0.7 |
| 1249, | 534.5508, | 1.7312,  | -0.7 |
| 1250, | 539.5314, | 1.223,   | -0.7 |
| 1251, | 544.5166, | 0.7246,  | -0.7 |
| 1252, | 549.5072, | 0.2406,  | -0.7 |
| 1253, | 554.502,  | -0.2241, | -0.7 |
| 1254, | 559.4977, | -0.6687, | -0.7 |
| 1255, | 564.4937, | -1.0947, | -0.7 |
| 1256, | 569.4898, | -1.5037, | -0.7 |
| 1257, | 574.4857, | -1.8976, | -0.7 |
| 1258, | 579.4825, | -2.2778, | -0.7 |
| 1259, | 584.4833, | -2.6427, | -0.7 |
| 1260, | 589.4885, | -2.9883, | -0.7 |
| 1261, | 594.4987, | -3.3107, | -0.7 |
| 1262, | 599.5136, | -3.6057, | -0.7 |
| 1263, | 604.517,  | -3.8722, | -0.7 |
| 1264, | 0,        | 0,       | -0.7 |
| 1265, | 2.4875,   | 0.2493,  | -0.7 |
| 1266, | 7.4615,   | 0.7592,  | -0.7 |
| 1267, | 12.434,   | 1.2828,  | -0.7 |
| 1268, | 17.4051,  | 1.8195,  | -0.7 |
| 1269, | 22.3749,  | 2.3685,  | -0.7 |
| 1270, | 27.3433,  | 2.9293,  | -0.7 |
| 1271, | 32.3105,  | 3.501,   | -0.7 |
| 1272, | 37.2766,  | 4.0822,  | -0.7 |
| 1273, | 42.2418,  | 4.6712,  | -0.7 |

|       |           |          |      |
|-------|-----------|----------|------|
| 1274, | 47.2063,  | 5.2663,  | -0.7 |
| 1275, | 52.1702,  | 5.8659,  | -0.7 |
| 1276, | 57.1337,  | 6.4687,  | -0.7 |
| 1277, | 62.0967,  | 7.076,   | -0.7 |
| 1278, | 67.0589,  | 7.6896,  | -0.7 |
| 1279, | 72.0201,  | 8.3113,  | -0.7 |
| 1280, | 76.98,    | 8.9429,  | -0.7 |
| 1281, | 81.9385,  | 9.5858,  | -0.7 |
| 1282, | 86.8958,  | 10.2378, | -0.7 |
| 1283, | 91.8523,  | 10.8959, | -0.7 |
| 1284, | 96.8084,  | 11.5572, | -0.7 |
| 1285, | 101.7645, | 12.2187, | -0.7 |
| 1286, | 106.7209, | 12.8777, | -0.7 |
| 1287, | 111.6778, | 13.5327, | -0.7 |
| 1288, | 116.6353, | 14.1828, | -0.7 |
| 1289, | 121.5936, | 14.827,  | -0.7 |
| 1290, | 126.5529, | 15.4643, | -0.7 |
| 1291, | 131.5131, | 16.0938, | -0.7 |
| 1292, | 136.4744, | 16.7143, | -0.7 |
| 1293, | 141.437,  | 17.3249, | -0.7 |
| 1294, | 146.4009, | 17.9246, | -0.7 |
| 1295, | 151.3662, | 18.5124, | -0.7 |
| 1296, | 156.3331, | 19.0873, | -0.7 |
| 1297, | 161.3014, | 19.6489, | -0.7 |
| 1298, | 166.2713, | 20.1967, | -0.7 |
| 1299, | 171.2428, | 20.7303, | -0.7 |
| 1300, | 176.2157, | 21.2495, | -0.7 |
| 1301, | 181.1903, | 21.7534, | -0.7 |
| 1302, | 186.1666, | 22.2399, | -0.7 |
| 1303, | 191.1448, | 22.7059, | -0.7 |
| 1304, | 196.1251, | 23.1487, | -0.7 |
| 1305, | 201.1077, | 23.5655, | -0.7 |
| 1306, | 206.0926, | 23.9537, | -0.7 |
| 1307, | 211.0796, | 24.3137, | -0.7 |
| 1308, | 216.0685, | 24.6468, | -0.7 |
| 1309, | 221.0591, | 24.9543, | -0.7 |
| 1310, | 226.051,  | 25.2375, | -0.7 |
| 1311, | 231.0443, | 25.4977, | -0.7 |
| 1312, | 236.0386, | 25.7351, | -0.7 |
| 1313, | 241.034,  | 25.9498, | -0.7 |
| 1314, | 246.0303, | 26.1419, | -0.7 |
| 1315, | 251.0274, | 26.3113, | -0.7 |
| 1316, | 256.0253, | 26.4582, | -0.7 |
| 1317, | 261.0237, | 26.5826, | -0.7 |
| 1318, | 266.0227, | 26.6844, | -0.7 |
| 1319, | 271.022,  | 26.7637, | -0.7 |
| 1320, | 276.0217, | 26.8206, | -0.7 |
| 1321, | 281.0216, | 26.8551, | -0.7 |
| 1322, | 286.0216, | 26.867,  | -0.7 |
| 1323, | 291.0215, | 26.8562, | -0.7 |
| 1324, | 296.0214, | 26.8225, | -0.7 |
| 1325, | 301.0211, | 26.7657, | -0.7 |
| 1326, | 306.0205, | 26.6857, | -0.7 |
| 1327, | 311.0194, | 26.5829, | -0.7 |
| 1328, | 316.0178, | 26.458,  | -0.7 |
| 1329, | 321.0157, | 26.3117, | -0.7 |
| 1330, | 326.0129, | 26.1446, | -0.7 |
| 1331, | 331.0094, | 25.9574, | -0.7 |
| 1332, | 336.005,  | 25.7484, | -0.7 |
| 1333, | 340.9996, | 25.5151, | -0.7 |
| 1334, | 345.9928, | 25.2548, | -0.7 |
| 1335, | 350.9844, | 24.9649, | -0.7 |
| 1336, | 355.974,  | 24.6433, | -0.7 |
| 1337, | 360.9616, | 24.2914, | -0.7 |
| 1338, | 365.9472, | 23.9128, | -0.7 |
| 1339, | 370.931,  | 23.5109, | -0.7 |
| 1340, | 375.9132, | 23.0893, | -0.7 |
| 1341, | 380.894,  | 22.6512, | -0.7 |
| 1342, | 385.8734, | 22.1981, | -0.7 |
| 1343, | 390.8515, | 21.7301, | -0.7 |
| 1344, | 395.8281, | 21.2473, | -0.7 |
| 1345, | 400.8033, | 20.7499, | -0.7 |
| 1346, | 405.777,  | 20.238,  | -0.7 |
| 1347, | 410.7493, | 19.7125, | -0.7 |
| 1348, | 415.7203, | 19.1748, | -0.7 |
| 1349, | 420.6902, | 18.6263, | -0.7 |
| 1350, | 425.6589, | 18.0683, | -0.7 |
| 1351, | 430.6268, | 17.5022, | -0.7 |
| 1352, | 435.5937, | 16.9285, | -0.7 |
| 1353, | 440.5598, | 16.3467, | -0.7 |
| 1354, | 445.5249, | 15.7568, | -0.7 |
| 1355, | 450.4889, | 15.1585, | -0.7 |
| 1356, | 455.452,  | 14.5517, | -0.7 |
| 1357, | 460.4143, | 13.9394, | -0.7 |
| 1358, | 465.3767, | 13.3268, | -0.7 |
| 1359, | 470.3396, | 12.719,  | -0.7 |
| 1360, | 475.3038, | 12.1214, | -0.7 |

|       |           |          |      |
|-------|-----------|----------|------|
| 1361, | 480.2697, | 11.5386, | -0.7 |
| 1362, | 485.2373, | 10.9709, | -0.7 |
| 1363, | 490.2065, | 10.4163, | -0.7 |
| 1364, | 495.1769, | 9.8732,  | -0.7 |
| 1365, | 500.1483, | 9.3395,  | -0.7 |
| 1366, | 505.1206, | 8.8136,  | -0.7 |
| 1367, | 510.0935, | 8.2935,  | -0.7 |
| 1368, | 515.0668, | 7.7774,  | -0.7 |
| 1369, | 520.0403, | 7.2637,  | -0.7 |
| 1370, | 525.0139, | 6.7504,  | -0.7 |
| 1371, | 529.9874, | 6.236,   | -0.7 |
| 1372, | 534.9609, | 5.7227,  | -0.7 |
| 1373, | 539.9351, | 5.2151,  | -0.7 |
| 1374, | 544.9103, | 4.7177,  | -0.7 |
| 1375, | 549.887,  | 4.2351,  | -0.7 |
| 1376, | 554.8655, | 3.7719,  | -0.7 |
| 1377, | 559.8458, | 3.3287,  | -0.7 |
| 1378, | 564.8277, | 2.9039,  | -0.7 |
| 1379, | 569.811,  | 2.4959,  | -0.7 |
| 1380, | 574.7955, | 2.1029,  | -0.7 |
| 1381, | 579.7811, | 1.7236,  | -0.7 |
| 1382, | 584.7679, | 1.3597,  | -0.7 |
| 1383, | 589.756,  | 1.0153,  | -0.7 |
| 1384, | 594.7457, | 0.6942,  | -0.7 |
| 1385, | 599.737,  | 0.4006,  | -0.7 |
| 1386, | 604.7299, | 0.1346,  | -0.7 |
| 1387, | 607.2263, | 0,       | -0.7 |
| 1388, | -0.398,   | 3.9927,  | -0.7 |
| 1389, | 2.0842,   | 4.2415,  | -0.7 |
| 1390, | 7.0468,   | 4.7502,  | -0.7 |
| 1391, | 12.0085,  | 5.2727,  | -0.7 |
| 1392, | 16.9693,  | 5.8083,  | -0.7 |
| 1393, | 21.9295,  | 6.3562,  | -0.7 |
| 1394, | 26.8889,  | 6.916,   | -0.7 |
| 1395, | 31.8477,  | 7.4867,  | -0.7 |
| 1396, | 36.8069,  | 8.0671,  | -0.7 |
| 1397, | 41.7665,  | 8.6554,  | -0.7 |
| 1398, | 46.7268,  | 9.25,    | -0.7 |
| 1399, | 51.6877,  | 9.8493,  | -0.7 |
| 1400, | 56.6483,  | 10.4517, | -0.7 |
| 1401, | 61.607,   | 11.0585, | -0.7 |
| 1402, | 66.5634,  | 11.6714, | -0.7 |
| 1403, | 71.5174,  | 12.2922, | -0.7 |
| 1404, | 76.4686,  | 12.9227, | -0.7 |
| 1405, | 81.4186,  | 13.5645, | -0.7 |
| 1406, | 86.3698,  | 14.2157, | -0.7 |
| 1407, | 91.3226,  | 14.8733, | -0.7 |
| 1408, | 96.2774,  | 15.5344, | -0.7 |
| 1409, | 101.2345, | 16.196,  | -0.7 |
| 1410, | 106.1936, | 16.8554, | -0.7 |
| 1411, | 111.154,  | 17.5109, | -0.7 |
| 1412, | 116.1158, | 18.1615, | -0.7 |
| 1413, | 121.0793, | 18.8064, | -0.7 |
| 1414, | 126.0445, | 19.4445, | -0.7 |
| 1415, | 131.0115, | 20.0748, | -0.7 |
| 1416, | 135.9803, | 20.6963, | -0.7 |
| 1417, | 140.9512, | 21.3079, | -0.7 |
| 1418, | 145.9244, | 21.9087, | -0.7 |
| 1419, | 150.8995, | 22.4977, | -0.7 |
| 1420, | 155.877,  | 23.0738, | -0.7 |
| 1421, | 160.8563, | 23.6366, | -0.7 |
| 1422, | 165.8373, | 24.1857, | -0.7 |
| 1423, | 170.8204, | 24.7205, | -0.7 |
| 1424, | 175.805,  | 25.2409, | -0.7 |
| 1425, | 180.7927, | 25.7461, | -0.7 |
| 1426, | 185.7841, | 26.2341, | -0.7 |
| 1427, | 190.7798, | 26.7018, | -0.7 |
| 1428, | 195.7799, | 27.1463, | -0.7 |
| 1429, | 200.7846, | 27.565,  | -0.7 |
| 1430, | 205.7925, | 27.955,  | -0.7 |
| 1431, | 210.8016, | 28.3166, | -0.7 |
| 1432, | 215.8115, | 28.6511, | -0.7 |
| 1433, | 220.8222, | 28.9598, | -0.7 |
| 1434, | 225.8331, | 29.2441, | -0.7 |
| 1435, | 230.8446, | 29.5052, | -0.7 |
| 1436, | 235.8572, | 29.7435, | -0.7 |
| 1437, | 240.8708, | 29.959,  | -0.7 |
| 1438, | 245.8853, | 30.1518, | -0.7 |
| 1439, | 250.9004, | 30.3218, | -0.7 |
| 1440, | 255.9165, | 30.4692, | -0.7 |
| 1441, | 260.9329, | 30.5941, | -0.7 |
| 1442, | 265.95,   | 30.6962, | -0.7 |
| 1443, | 270.9673, | 30.7758, | -0.7 |
| 1444, | 275.985,  | 30.8329, | -0.7 |
| 1445, | 281.003,  | 30.8676, | -0.7 |
| 1446, | 286.0211, | 30.8795, | -0.7 |
| 1447, | 291.0394, | 30.8687, | -0.7 |

|       |           |          |      |
|-------|-----------|----------|------|
| 1448, | 296.0577, | 30.8348, | -0.7 |
| 1449, | 301.076,  | 30.7778, | -0.7 |
| 1450, | 306.0939, | 30.6975, | -0.7 |
| 1451, | 311.1108, | 30.5944, | -0.7 |
| 1452, | 316.1267, | 30.469,  | -0.7 |
| 1453, | 321.1415, | 30.3222, | -0.7 |
| 1454, | 326.1551, | 30.1546, | -0.7 |
| 1455, | 331.1681, | 29.9668, | -0.7 |
| 1456, | 336.1823, | 29.757,  | -0.7 |
| 1457, | 341.1973, | 29.5227, | -0.7 |
| 1458, | 346.2133, | 29.2612, | -0.7 |
| 1459, | 351.2296, | 28.9699, | -0.7 |
| 1460, | 356.2446, | 28.6467, | -0.7 |
| 1461, | 361.2551, | 28.2932, | -0.7 |
| 1462, | 366.2607, | 27.913,  | -0.7 |
| 1463, | 371.2618, | 27.5097, | -0.7 |
| 1464, | 376.2584, | 27.0869, | -0.7 |
| 1465, | 381.2517, | 26.6477, | -0.7 |
| 1466, | 386.243,  | 26.1935, | -0.7 |
| 1467, | 391.233,  | 25.7244, | -0.7 |
| 1468, | 396.2214, | 25.2405, | -0.7 |
| 1469, | 401.2083, | 24.7419, | -0.7 |
| 1470, | 406.1933, | 24.2288, | -0.7 |
| 1471, | 411.1761, | 23.7022, | -0.7 |
| 1472, | 416.1563, | 23.1635, | -0.7 |
| 1473, | 421.1343, | 22.6141, | -0.7 |
| 1474, | 426.1101, | 22.0554, | -0.7 |
| 1475, | 431.0841, | 21.4886, | -0.7 |
| 1476, | 436.0573, | 20.9141, | -0.7 |
| 1477, | 441.0299, | 20.3316, | -0.7 |
| 1478, | 446.0017, | 19.7409, | -0.7 |
| 1479, | 450.9725, | 19.1418, | -0.7 |
| 1480, | 455.9417, | 18.5342, | -0.7 |
| 1481, | 460.9063, | 17.9216, | -0.7 |
| 1482, | 465.8669, | 17.3092, | -0.7 |
| 1483, | 470.8238, | 16.7022, | -0.7 |
| 1484, | 475.7777, | 16.1058, | -0.7 |
| 1485, | 480.7312, | 15.5245, | -0.7 |
| 1486, | 485.6874, | 14.9581, | -0.7 |
| 1487, | 490.6468, | 14.4046, | -0.7 |
| 1488, | 495.6087, | 13.8624, | -0.7 |
| 1489, | 500.5733, | 13.3294, | -0.7 |
| 1490, | 505.5401, | 12.8041, | -0.7 |
| 1491, | 510.509,  | 12.2844, | -0.7 |
| 1492, | 515.4798, | 11.7686, | -0.7 |
| 1493, | 520.4522, | 11.255,  | -0.7 |
| 1494, | 525.4262, | 10.7417, | -0.7 |
| 1495, | 530.4002, | 10.2272, | -0.7 |
| 1496, | 535.371,  | 9.7142,  | -0.7 |
| 1497, | 540.3388, | 9.2072,  | -0.7 |
| 1498, | 545.304,  | 8.7108,  | -0.7 |
| 1499, | 550.2668, | 8.2296,  | -0.7 |
| 1500, | 555.229,  | 7.7679,  | -0.7 |
| 1501, | 560.1939, | 7.3261,  | -0.7 |
| 1502, | 565.1617, | 6.9025,  | -0.7 |
| 1503, | 570.1322, | 6.4955,  | -0.7 |
| 1504, | 575.1053, | 6.1034,  | -0.7 |
| 1505, | 580.0797, | 5.725,   | -0.7 |
| 1506, | 585.0525, | 5.3621,  | -0.7 |
| 1507, | 590.0235, | 5.0189,  | -0.7 |
| 1508, | 594.9927, | 4.6991,  | -0.7 |
| 1509, | 599.9604, | 4.4069,  | -0.7 |
| 1510, | 604.9428, | 4.1414,  | -0.7 |
| 1511, | 0.6324,   | -6.3436, | 0    |
| 1512, | 3.1282,   | -6.0934, | 0    |
| 1513, | 5.6248,   | -5.8393, | 0    |
| 1514, | 8.1204,   | -5.5817, | 0    |
| 1515, | 10.6155,  | -5.3206, | 0    |
| 1516, | 13.11,    | -5.0563, | 0    |
| 1517, | 15.604,   | -4.7887, | 0    |
| 1518, | 18.0974,  | -4.5178, | 0    |
| 1519, | 20.5901,  | -4.244,  | 0    |
| 1520, | 23.0825,  | -3.9671, | 0    |
| 1521, | 25.5742,  | -3.6873, | 0    |
| 1522, | 28.0653,  | -3.4047, | 0    |
| 1523, | 30.556,   | -3.1194, | 0    |
| 1524, | 33.0458,  | -2.8315, | 0    |
| 1525, | 35.5347,  | -2.5413, | 0    |
| 1526, | 38.0229,  | -2.249,  | 0    |
| 1527, | 40.5103,  | -1.9548, | 0    |
| 1528, | 42.997,   | -1.6589, | 0    |
| 1529, | 45.4828,  | -1.3616, | 0    |
| 1530, | 47.9681,  | -1.063,  | 0    |
| 1531, | 50.4528,  | -0.7634, | 0    |
| 1532, | 52.9369,  | -0.4628, | 0    |
| 1533, | 55.4206,  | -0.1616, | 0    |
| 1534, | 57.9048,  | 0.1405,  | 0    |

|       |           |          |   |
|-------|-----------|----------|---|
| 1535, | 60.3896,  | 0.4439,  | 0 |
| 1536, | 62.8747,  | 0.7487,  | 0 |
| 1537, | 65.3602,  | 1.0551,  | 0 |
| 1538, | 67.8461,  | 1.3634,  | 0 |
| 1539, | 70.3323,  | 1.6738,  | 0 |
| 1540, | 72.8188,  | 1.9865,  | 0 |
| 1541, | 75.3055,  | 2.3018,  | 0 |
| 1542, | 77.7925,  | 2.6199,  | 0 |
| 1543, | 80.2792,  | 2.9409,  | 0 |
| 1544, | 82.7645,  | 3.2645,  | 0 |
| 1545, | 85.2486,  | 3.5902,  | 0 |
| 1546, | 87.7316,  | 3.9178,  | 0 |
| 1547, | 90.2133,  | 4.2468,  | 0 |
| 1548, | 92.6939,  | 4.5767,  | 0 |
| 1549, | 95.1736,  | 4.9074,  | 0 |
| 1550, | 97.6521,  | 5.2383,  | 0 |
| 1551, | 100.1298, | 5.5691,  | 0 |
| 1552, | 102.6066, | 5.8996,  | 0 |
| 1553, | 105.0828, | 6.2292,  | 0 |
| 1554, | 107.5587, | 6.558,   | 0 |
| 1555, | 110.0343, | 6.8856,  | 0 |
| 1556, | 112.51,   | 7.2123,  | 0 |
| 1557, | 114.9853, | 7.5375,  | 0 |
| 1558, | 117.4606, | 7.8614,  | 0 |
| 1559, | 119.9358, | 8.1838,  | 0 |
| 1560, | 122.4108, | 8.5046,  | 0 |
| 1561, | 124.8856, | 8.8236,  | 0 |
| 1562, | 127.3606, | 9.1407,  | 0 |
| 1563, | 129.8354, | 9.4558,  | 0 |
| 1564, | 132.3101, | 9.7688,  | 0 |
| 1565, | 134.7847, | 10.0795, | 0 |
| 1566, | 137.2594, | 10.3878, | 0 |
| 1567, | 139.7341, | 10.6936, | 0 |
| 1568, | 142.2088, | 10.9968, | 0 |
| 1569, | 144.6834, | 11.2972, | 0 |
| 1570, | 147.158,  | 11.5947, | 0 |
| 1571, | 149.6328, | 11.8892, | 0 |
| 1572, | 152.1076, | 12.1807, | 0 |
| 1573, | 154.5825, | 12.4688, | 0 |
| 1574, | 157.0577, | 12.7536, | 0 |
| 1575, | 159.5331, | 13.0351, | 0 |
| 1576, | 162.0086, | 13.3133, | 0 |
| 1577, | 164.4846, | 13.5879, | 0 |
| 1578, | 166.9608, | 13.8591, | 0 |
| 1579, | 169.4372, | 14.1267, | 0 |
| 1580, | 171.914,  | 14.3907, | 0 |
| 1581, | 174.3911, | 14.6512, | 0 |
| 1582, | 176.8682, | 14.908,  | 0 |
| 1583, | 179.3453, | 15.161,  | 0 |
| 1584, | 181.8221, | 15.4098, | 0 |
| 1585, | 184.2985, | 15.6542, | 0 |
| 1586, | 186.7743, | 15.8939, | 0 |
| 1587, | 189.2496, | 16.1283, | 0 |
| 1588, | 191.7247, | 16.3573, | 0 |
| 1589, | 194.1993, | 16.5804, | 0 |
| 1590, | 196.6736, | 16.7973, | 0 |
| 1591, | 199.1475, | 17.0078, | 0 |
| 1592, | 201.621,  | 17.2112, | 0 |
| 1593, | 204.0949, | 17.4074, | 0 |
| 1594, | 206.5693, | 17.5965, | 0 |
| 1595, | 209.0449, | 17.7786, | 0 |
| 1596, | 211.5213, | 17.954,  | 0 |
| 1597, | 213.9986, | 18.1227, | 0 |
| 1598, | 216.4768, | 18.2849, | 0 |
| 1599, | 218.9557, | 18.4408, | 0 |
| 1600, | 221.4355, | 18.5904, | 0 |
| 1601, | 223.916,  | 18.7341, | 0 |
| 1602, | 226.3972, | 18.8719, | 0 |
| 1603, | 228.8793, | 19.004,  | 0 |
| 1604, | 231.3615, | 19.1306, | 0 |
| 1605, | 233.844,  | 19.2514, | 0 |
| 1606, | 236.3269, | 19.3666, | 0 |
| 1607, | 238.8099, | 19.4762, | 0 |
| 1608, | 241.2933, | 19.5801, | 0 |
| 1609, | 243.7769, | 19.6784, | 0 |
| 1610, | 246.2607, | 19.7711, | 0 |
| 1611, | 248.7448, | 19.8581, | 0 |
| 1612, | 251.2291, | 19.9395, | 0 |
| 1613, | 253.7136, | 20.0154, | 0 |
| 1614, | 256.1982, | 20.0855, | 0 |
| 1615, | 258.683,  | 20.1502, | 0 |
| 1616, | 261.1679, | 20.2092, | 0 |
| 1617, | 263.6529, | 20.2626, | 0 |
| 1618, | 266.1382, | 20.3104, | 0 |
| 1619, | 268.6234, | 20.3527, | 0 |
| 1620, | 271.1088, | 20.3893, | 0 |
| 1621, | 273.5943, | 20.4204, | 0 |

|       |           |          |   |
|-------|-----------|----------|---|
| 1622, | 276.08,   | 20.4459, | 0 |
| 1623, | 278.5656, | 20.4659, | 0 |
| 1624, | 281.0512, | 20.4802, | 0 |
| 1625, | 283.5368, | 20.4889, | 0 |
| 1626, | 286.0224, | 20.492,  | 0 |
| 1627, | 288.5078, | 20.4895, | 0 |
| 1628, | 290.9931, | 20.4813, | 0 |
| 1629, | 293.4785, | 20.4673, | 0 |
| 1630, | 295.9638, | 20.4478, | 0 |
| 1631, | 298.4489, | 20.4224, | 0 |
| 1632, | 300.9339, | 20.3913, | 0 |
| 1633, | 303.4188, | 20.3544, | 0 |
| 1634, | 305.9038, | 20.3118, | 0 |
| 1635, | 308.3889, | 20.2634, | 0 |
| 1636, | 310.8742, | 20.2096, | 0 |
| 1637, | 313.3595, | 20.1502, | 0 |
| 1638, | 315.8448, | 20.0853, | 0 |
| 1639, | 318.3303, | 20.0152, | 0 |
| 1640, | 320.8158, | 19.9398, | 0 |
| 1641, | 323.3013, | 19.8593, | 0 |
| 1642, | 325.787,  | 19.7736, | 0 |
| 1643, | 328.2725, | 19.683,  | 0 |
| 1644, | 330.7573, | 19.5874, | 0 |
| 1645, | 333.2408, | 19.4864, | 0 |
| 1646, | 335.7234, | 19.3796, | 0 |
| 1647, | 338.2049, | 19.2668, | 0 |
| 1648, | 340.6854, | 19.1478, | 0 |
| 1649, | 343.1644, | 19.0221, | 0 |
| 1650, | 345.6424, | 18.8894, | 0 |
| 1651, | 348.1192, | 18.7494, | 0 |
| 1652, | 350.5948, | 18.6018, | 0 |
| 1653, | 353.0694, | 18.4463, | 0 |
| 1654, | 355.5441, | 18.2828, | 0 |
| 1655, | 358.0193, | 18.1117, | 0 |
| 1656, | 360.4953, | 17.9335, | 0 |
| 1657, | 362.9719, | 17.7485, | 0 |
| 1658, | 365.4492, | 17.5573, | 0 |
| 1659, | 367.9269, | 17.3602, | 0 |
| 1660, | 370.4054, | 17.1576, | 0 |
| 1661, | 372.8848, | 16.9501, | 0 |
| 1662, | 375.3647, | 16.7379, | 0 |
| 1663, | 377.8452, | 16.5217, | 0 |
| 1664, | 380.3257, | 16.3016, | 0 |
| 1665, | 382.8062, | 16.0777, | 0 |
| 1666, | 385.2861, | 15.8502, | 0 |
| 1667, | 387.7659, | 15.6189, | 0 |
| 1668, | 390.2454, | 15.384,  | 0 |
| 1669, | 392.7244, | 15.1453, | 0 |
| 1670, | 395.2032, | 14.903,  | 0 |
| 1671, | 397.6817, | 14.657,  | 0 |
| 1672, | 400.1598, | 14.4075, | 0 |
| 1673, | 402.6376, | 14.1542, | 0 |
| 1674, | 405.1155, | 13.8974, | 0 |
| 1675, | 407.5934, | 13.6372, | 0 |
| 1676, | 410.0712, | 13.3737, | 0 |
| 1677, | 412.5494, | 13.1071, | 0 |
| 1678, | 415.0276, | 12.8375, | 0 |
| 1679, | 417.5061, | 12.5653, | 0 |
| 1680, | 419.9846, | 12.2905, | 0 |
| 1681, | 422.4632, | 12.0132, | 0 |
| 1682, | 424.9421, | 11.7337, | 0 |
| 1683, | 427.4212, | 11.4522, | 0 |
| 1684, | 429.9002, | 11.1687, | 0 |
| 1685, | 432.3789, | 10.8834, | 0 |
| 1686, | 434.8571, | 10.5962, | 0 |
| 1687, | 437.3351, | 10.3069, | 0 |
| 1688, | 439.8129, | 10.0156, | 0 |
| 1689, | 442.2904, | 9.7223,  | 0 |
| 1690, | 444.7674, | 9.427,   | 0 |
| 1691, | 447.2442, | 9.1295,  | 0 |
| 1692, | 449.7206, | 8.83,    | 0 |
| 1693, | 452.1969, | 8.5282,  | 0 |
| 1694, | 454.674,  | 8.2244,  | 0 |
| 1695, | 457.1525, | 7.9189,  | 0 |
| 1696, | 459.6326, | 7.6125,  | 0 |
| 1697, | 462.1144, | 7.3058,  | 0 |
| 1698, | 464.5979, | 6.9995,  | 0 |
| 1699, | 467.0831, | 6.6943,  | 0 |
| 1700, | 469.5703, | 6.3906,  | 0 |
| 1701, | 472.0596, | 6.0893,  | 0 |
| 1702, | 474.5509, | 5.791,   | 0 |
| 1703, | 477.0434, | 5.4966,  | 0 |
| 1704, | 479.5364, | 5.2059,  | 0 |
| 1705, | 482.0295, | 4.9192,  | 0 |
| 1706, | 484.5221, | 4.6361,  | 0 |
| 1707, | 487.0146, | 4.3564,  | 0 |
| 1708, | 489.5069, | 4.0798,  | 0 |

|       |           |          |   |
|-------|-----------|----------|---|
| 1709, | 491.999,  | 3.8061,  | 0 |
| 1710, | 494.4908, | 3.5352,  | 0 |
| 1711, | 496.982,  | 3.2667,  | 0 |
| 1712, | 499.4731, | 3.0004,  | 0 |
| 1713, | 501.9639, | 2.7361,  | 0 |
| 1714, | 504.454,  | 2.4735,  | 0 |
| 1715, | 506.9439, | 2.2125,  | 0 |
| 1716, | 509.4333, | 1.9528,  | 0 |
| 1717, | 511.9221, | 1.6942,  | 0 |
| 1718, | 514.4106, | 1.4363,  | 0 |
| 1719, | 516.8985, | 1.1791,  | 0 |
| 1720, | 519.3858, | 0.9224,  | 0 |
| 1721, | 521.8726, | 0.6658,  | 0 |
| 1722, | 524.3588, | 0.4091,  | 0 |
| 1723, | 526.8447, | 0.1521,  | 0 |
| 1724, | 529.3315, | -0.1052, | 0 |
| 1725, | 531.8196, | -0.3624, | 0 |
| 1726, | 534.3094, | -0.6189, | 0 |
| 1727, | 536.8007, | -0.8742, | 0 |
| 1728, | 539.2936, | -1.1275, | 0 |
| 1729, | 541.7883, | -1.3786, | 0 |
| 1730, | 544.2848, | -1.6265, | 0 |
| 1731, | 546.7831, | -1.871,  | 0 |
| 1732, | 549.2835, | -2.1113, | 0 |
| 1733, | 551.7854, | -2.3467, | 0 |
| 1734, | 554.2879, | -2.5769, | 0 |
| 1735, | 556.7903, | -2.802,  | 0 |
| 1736, | 559.2927, | -3.0223, | 0 |
| 1737, | 561.7949, | -3.2379, | 0 |
| 1738, | 564.2971, | -3.449,  | 0 |
| 1739, | 566.799,  | -3.6558, | 0 |
| 1740, | 569.3006, | -3.8586, | 0 |
| 1741, | 571.802,  | -4.0577, | 0 |
| 1742, | 574.3034, | -4.2531, | 0 |
| 1743, | 576.8046, | -4.445,  | 0 |
| 1744, | 579.3067, | -4.6337, | 0 |
| 1745, | 581.8103, | -4.8186, | 0 |
| 1746, | 584.3157, | -4.9992, | 0 |
| 1747, | 586.8226, | -5.1751, | 0 |
| 1748, | 589.331,  | -5.3455, | 0 |
| 1749, | 591.8412, | -5.5103, | 0 |
| 1750, | 594.3533, | -5.6687, | 0 |
| 1751, | 596.8668, | -5.8203, | 0 |
| 1752, | 599.382,  | -5.9645, | 0 |
| 1753, | 601.8942, | -6.1007, | 0 |
| 1754, | 604.3916, | -6.2314, | 0 |
| 1755, | 606.8763, | -6.3654, | 0 |
| 1756, | 0.558,    | -5.5973, | 0 |
| 1757, | 3.0528,   | -5.3472, | 0 |
| 1758, | 5.5483,   | -5.0932, | 0 |
| 1759, | 8.0429,   | -4.8357, | 0 |
| 1760, | 10.537,   | -4.5748, | 0 |
| 1761, | 13.0305,  | -4.3105, | 0 |
| 1762, | 15.5235,  | -4.043,  | 0 |
| 1763, | 18.016,   | -3.7722, | 0 |
| 1764, | 20.5077,  | -3.4985, | 0 |
| 1765, | 22.9993,  | -3.2217, | 0 |
| 1766, | 25.4901,  | -2.942,  | 0 |
| 1767, | 27.9804,  | -2.6595, | 0 |
| 1768, | 30.4703,  | -2.3743, | 0 |
| 1769, | 32.9593,  | -2.0865, | 0 |
| 1770, | 35.4476,  | -1.7964, | 0 |
| 1771, | 37.9351,  | -1.5041, | 0 |
| 1772, | 40.4219,  | -1.21,   | 0 |
| 1773, | 42.9081,  | -0.9142, | 0 |
| 1774, | 45.3936,  | -0.6169, | 0 |
| 1775, | 47.8785,  | -0.3184, | 0 |
| 1776, | 50.3629,  | -0.0188, | 0 |
| 1777, | 52.8467,  | 0.2817,  | 0 |
| 1778, | 55.3302,  | 0.5829,  | 0 |
| 1779, | 57.8141,  | 0.885,   | 0 |
| 1780, | 60.2985,  | 1.1883,  | 0 |
| 1781, | 62.7832,  | 1.493,   | 0 |
| 1782, | 65.2682,  | 1.7994,  | 0 |
| 1783, | 67.7535,  | 2.1076,  | 0 |
| 1784, | 70.239,   | 2.418,   | 0 |
| 1785, | 72.7248,  | 2.7306,  | 0 |
| 1786, | 75.2108,  | 3.0458,  | 0 |
| 1787, | 77.697,   | 3.3638,  | 0 |
| 1788, | 80.1828,  | 3.6847,  | 0 |
| 1789, | 82.6673,  | 4.0082,  | 0 |
| 1790, | 85.1508,  | 4.3338,  | 0 |
| 1791, | 87.6332,  | 4.6613,  | 0 |
| 1792, | 90.1146,  | 4.9902,  | 0 |
| 1793, | 92.5949,  | 5.3201,  | 0 |
| 1794, | 95.0744,  | 5.6508,  | 0 |
| 1795, | 97.5528,  | 5.9817,  | 0 |



|       |           |          |   |
|-------|-----------|----------|---|
| 1796, | 100.0306, | 6.3125,  | 0 |
| 1797, | 102.5076, | 6.643,   | 0 |
| 1798, | 104.984,  | 6.9727,  | 0 |
| 1799, | 107.4601, | 7.3015,  | 0 |
| 1800, | 109.9361, | 7.6292,  | 0 |
| 1801, | 112.4121, | 7.9558,  | 0 |
| 1802, | 114.8878, | 8.2811,  | 0 |
| 1803, | 117.3635, | 8.6051,  | 0 |
| 1804, | 119.8391, | 8.9276,  | 0 |
| 1805, | 122.3146, | 9.2484,  | 0 |
| 1806, | 124.7901, | 9.5675,  | 0 |
| 1807, | 127.2656, | 9.8846,  | 0 |
| 1808, | 129.741,  | 10.1999, | 0 |
| 1809, | 132.2163, | 10.5129, | 0 |
| 1810, | 134.6917, | 10.8237, | 0 |
| 1811, | 137.1671, | 11.1321, | 0 |
| 1812, | 139.6425, | 11.438,  | 0 |
| 1813, | 142.118,  | 11.7413, | 0 |
| 1814, | 144.5935, | 12.0418, | 0 |
| 1815, | 147.0689, | 12.3394, | 0 |
| 1816, | 149.5447, | 12.634,  | 0 |
| 1817, | 152.0204, | 12.9256, | 0 |
| 1818, | 154.4963, | 13.2138, | 0 |
| 1819, | 156.9724, | 13.4988, | 0 |
| 1820, | 159.4489, | 13.7804, | 0 |
| 1821, | 161.9254, | 14.0586, | 0 |
| 1822, | 164.4025, | 14.3334, | 0 |
| 1823, | 166.8797, | 14.6047, | 0 |
| 1824, | 169.3572, | 14.8724, | 0 |
| 1825, | 171.835,  | 15.1366, | 0 |
| 1826, | 174.3132, | 15.3971, | 0 |
| 1827, | 176.7915, | 15.654,  | 0 |
| 1828, | 179.2697, | 15.9071, | 0 |
| 1829, | 181.7477, | 16.1561, | 0 |
| 1830, | 184.2255, | 16.4007, | 0 |
| 1831, | 186.7028, | 16.6405, | 0 |
| 1832, | 189.1797, | 16.8751, | 0 |
| 1833, | 191.6564, | 17.1042, | 0 |
| 1834, | 194.1329, | 17.3275, | 0 |
| 1835, | 196.6091, | 17.5446, | 0 |
| 1836, | 199.085,  | 17.7552, | 0 |
| 1837, | 201.5606, | 17.9588, | 0 |
| 1838, | 204.0366, | 18.1552, | 0 |
| 1839, | 206.5132, | 18.3444, | 0 |
| 1840, | 208.9909, | 18.5267, | 0 |
| 1841, | 211.4693, | 18.7022, | 0 |
| 1842, | 213.9486, | 18.871,  | 0 |
| 1843, | 216.4287, | 19.0333, | 0 |
| 1844, | 218.9095, | 19.1893, | 0 |
| 1845, | 221.3912, | 19.3391, | 0 |
| 1846, | 223.8735, | 19.4829, | 0 |
| 1847, | 226.3564, | 19.6208, | 0 |
| 1848, | 228.8402, | 19.753,  | 0 |
| 1849, | 231.3242, | 19.8797, | 0 |
| 1850, | 233.8084, | 20.0005, | 0 |
| 1851, | 236.293,  | 20.1159, | 0 |
| 1852, | 238.7777, | 20.2255, | 0 |
| 1853, | 241.2628, | 20.3295, | 0 |
| 1854, | 243.7481, | 20.4279, | 0 |
| 1855, | 246.2336, | 20.5206, | 0 |
| 1856, | 248.7194, | 20.6076, | 0 |
| 1857, | 251.2054, | 20.6891, | 0 |
| 1858, | 253.6916, | 20.765,  | 0 |
| 1859, | 256.1779, | 20.8353, | 0 |
| 1860, | 258.6644, | 20.8999, | 0 |
| 1861, | 261.1509, | 20.959,  | 0 |
| 1862, | 263.6376, | 21.0125, | 0 |
| 1863, | 266.1246, | 21.0603, | 0 |
| 1864, | 268.6115, | 21.1026, | 0 |
| 1865, | 271.0986, | 21.1392, | 0 |
| 1866, | 273.5858, | 21.1704, | 0 |
| 1867, | 276.0731, | 21.1958, | 0 |
| 1868, | 278.5604, | 21.2158, | 0 |
| 1869, | 281.0477, | 21.2302, | 0 |
| 1870, | 283.535,  | 21.2389, | 0 |
| 1871, | 286.0223, | 21.242,  | 0 |
| 1872, | 288.5094, | 21.2395, | 0 |
| 1873, | 290.9964, | 21.2313, | 0 |
| 1874, | 293.4836, | 21.2173, | 0 |
| 1875, | 295.9706, | 21.1977, | 0 |
| 1876, | 298.4574, | 21.1724, | 0 |
| 1877, | 300.9441, | 21.1412, | 0 |
| 1878, | 303.4308, | 21.1043, | 0 |
| 1879, | 305.9176, | 21.0616, | 0 |
| 1880, | 308.4043, | 21.0133, | 0 |
| 1881, | 310.8913, | 20.9594, | 0 |
| 1882, | 313.3782, | 20.9,    | 0 |

|       |           |          |   |
|-------|-----------|----------|---|
| 1883, | 315.8651, | 20.8351, | 0 |
| 1884, | 318.3522, | 20.7649, | 0 |
| 1885, | 320.8393, | 20.6895, | 0 |
| 1886, | 323.3264, | 20.6088, | 0 |
| 1887, | 325.8135, | 20.5231, | 0 |
| 1888, | 328.3006, | 20.4324, | 0 |
| 1889, | 330.787,  | 20.3368, | 0 |
| 1890, | 333.2722, | 20.2357, | 0 |
| 1891, | 335.7565, | 20.1289, | 0 |
| 1892, | 338.2399, | 20.016,  | 0 |
| 1893, | 340.7224, | 19.8969, | 0 |
| 1894, | 343.2035, | 19.7711, | 0 |
| 1895, | 345.6837, | 19.6383, | 0 |
| 1896, | 348.1627, | 19.4982, | 0 |
| 1897, | 350.6406, | 19.3504, | 0 |
| 1898, | 353.1176, | 19.1947, | 0 |
| 1899, | 355.5946, | 19.0311, | 0 |
| 1900, | 358.0721, | 18.8598, | 0 |
| 1901, | 360.5502, | 18.6815, | 0 |
| 1902, | 363.0287, | 18.4963, | 0 |
| 1903, | 365.5078, | 18.305,  | 0 |
| 1904, | 367.9872, | 18.1078, | 0 |
| 1905, | 370.4673, | 17.905,  | 0 |
| 1906, | 372.948,  | 17.6974, | 0 |
| 1907, | 375.4292, | 17.4852, | 0 |
| 1908, | 377.9109, | 17.2688, | 0 |
| 1909, | 380.3926, | 17.0486, | 0 |
| 1910, | 382.8742, | 16.8246, | 0 |
| 1911, | 385.3552, | 16.597,  | 0 |
| 1912, | 387.8361, | 16.3656, | 0 |
| 1913, | 390.3167, | 16.1306, | 0 |
| 1914, | 392.7968, | 15.8918, | 0 |
| 1915, | 395.2767, | 15.6494, | 0 |
| 1916, | 397.7563, | 15.4033, | 0 |
| 1917, | 400.2355, | 15.1536, | 0 |
| 1918, | 402.7144, | 14.9003, | 0 |
| 1919, | 405.1934, | 14.6434, | 0 |
| 1920, | 407.6722, | 14.3831, | 0 |
| 1921, | 410.151,  | 14.1194, | 0 |
| 1922, | 412.6301, | 13.8527, | 0 |
| 1923, | 415.1091, | 13.5831, | 0 |
| 1924, | 417.5883, | 13.3107, | 0 |
| 1925, | 420.0676, | 13.0359, | 0 |
| 1926, | 422.5469, | 12.7585, | 0 |
| 1927, | 425.0264, | 12.479,  | 0 |
| 1928, | 427.5061, | 12.1974, | 0 |
| 1929, | 429.9857, | 11.9139, | 0 |
| 1930, | 432.465,  | 11.6285, | 0 |
| 1931, | 434.9438, | 11.3412, | 0 |
| 1932, | 437.4224, | 11.0518, | 0 |
| 1933, | 439.9008, | 10.7604, | 0 |
| 1934, | 442.3789, | 10.4671, | 0 |
| 1935, | 444.8565, | 10.1716, | 0 |
| 1936, | 447.3339, | 9.8741,  | 0 |
| 1937, | 449.811,  | 9.5745,  | 0 |
| 1938, | 452.288,  | 9.2727,  | 0 |
| 1939, | 454.7655, | 8.9687,  | 0 |
| 1940, | 457.2444, | 8.6632,  | 0 |
| 1941, | 459.7246, | 8.3568,  | 0 |
| 1942, | 462.2063, | 8.0502,  | 0 |
| 1943, | 464.6895, | 7.7439,  | 0 |
| 1944, | 467.1742, | 7.4387,  | 0 |
| 1945, | 469.6608, | 7.1351,  | 0 |
| 1946, | 472.1492, | 6.8339,  | 0 |
| 1947, | 474.6395, | 6.5358,  | 0 |
| 1948, | 477.1308, | 6.2414,  | 0 |
| 1949, | 479.6227, | 5.9509,  | 0 |
| 1950, | 482.1146, | 5.6644,  | 0 |
| 1951, | 484.6063, | 5.3814,  | 0 |
| 1952, | 487.0978, | 5.1018,  | 0 |
| 1953, | 489.5892, | 4.8253,  | 0 |
| 1954, | 492.0805, | 4.5517,  | 0 |
| 1955, | 494.5715, | 4.2809,  | 0 |
| 1956, | 497.0621, | 4.0124,  | 0 |
| 1957, | 499.5525, | 3.7461,  | 0 |
| 1958, | 502.0428, | 3.4819,  | 0 |
| 1959, | 504.5325, | 3.2194,  | 0 |
| 1960, | 507.0219, | 2.9584,  | 0 |
| 1961, | 509.511,  | 2.6987,  | 0 |
| 1962, | 511.9995, | 2.4401,  | 0 |
| 1963, | 514.4878, | 2.1823,  | 0 |
| 1964, | 516.9756, | 1.9252,  | 0 |
| 1965, | 519.4628, | 1.6684,  | 0 |
| 1966, | 521.9496, | 1.4118,  | 0 |
| 1967, | 524.4359, | 1.1552,  | 0 |
| 1968, | 526.9219, | 0.8981,  | 0 |
| 1969, | 529.4087, | 0.6408,  | 0 |



|       |           |          |   |
|-------|-----------|----------|---|
| 2057, | 113.4464, | 9.6677,  | 0 |
| 2058, | 114.6846, | 9.8304,  | 0 |
| 2059, | 117.1612, | 10.1545, | 0 |
| 2060, | 119.6378, | 10.4771, | 0 |
| 2061, | 122.1143, | 10.798,  | 0 |
| 2062, | 124.5909, | 11.1172, | 0 |
| 2063, | 125.8293, | 11.2759, | 0 |
| 2064, | 127.0676, | 11.4345, | 0 |
| 2065, | 129.5443, | 11.7499, | 0 |
| 2066, | 132.021,  | 12.0632, | 0 |
| 2067, | 134.4978, | 12.3741, | 0 |
| 2068, | 136.9747, | 12.6827, | 0 |
| 2069, | 138.2132, | 12.8358, | 0 |
| 2070, | 139.4517, | 12.9888, | 0 |
| 2071, | 141.9288, | 13.2923, | 0 |
| 2072, | 144.4061, | 13.593,  | 0 |
| 2073, | 146.8834, | 13.8909, | 0 |
| 2074, | 149.361,  | 14.1857, | 0 |
| 2075, | 150.5998, | 14.3316, | 0 |
| 2076, | 151.8387, | 14.4775, | 0 |
| 2077, | 154.3166, | 14.7659, | 0 |
| 2078, | 156.7948, | 15.0511, | 0 |
| 2079, | 159.2734, | 15.333,  | 0 |
| 2080, | 161.7521, | 15.6115, | 0 |
| 2081, | 162.9917, | 15.749,  | 0 |
| 2082, | 164.2313, | 15.8865, | 0 |
| 2083, | 166.7107, | 16.158,  | 0 |
| 2084, | 169.1904, | 16.426,  | 0 |
| 2085, | 171.6705, | 16.6904, | 0 |
| 2086, | 174.151,  | 16.9512, | 0 |
| 2087, | 175.3912, | 17.0797, | 0 |
| 2088, | 176.6315, | 17.2083, | 0 |
| 2089, | 179.1122, | 17.4617, | 0 |
| 2090, | 181.5929, | 17.7109, | 0 |
| 2091, | 184.0735, | 17.9558, | 0 |
| 2092, | 185.3137, | 18.0758, | 0 |
| 2093, | 186.5538, | 18.1959, | 0 |
| 2094, | 189.034,  | 18.4308, | 0 |
| 2095, | 191.5143, | 18.6602, | 0 |
| 2096, | 193.9945, | 18.8839, | 0 |
| 2097, | 195.2346, | 18.9926, | 0 |
| 2098, | 196.4746, | 19.1013, | 0 |
| 2099, | 198.9547, | 19.3122, | 0 |
| 2100, | 201.4348, | 19.5162, | 0 |
| 2101, | 262.3607, | 22.5479, | 0 |
| 2102, | 203.9153, | 19.713,  | 0 |
| 2103, | 206.3964, | 19.9026, | 0 |
| 2104, | 208.8784, | 20.0851, | 0 |
| 2105, | 211.361,  | 20.261,  | 0 |
| 2106, | 213.8445, | 20.43,   | 0 |
| 2107, | 215.0866, | 20.5113, | 0 |
| 2108, | 216.3287, | 20.5926, | 0 |
| 2109, | 218.8134, | 20.7489, | 0 |
| 2110, | 221.2989, | 20.8989, | 0 |
| 2111, | 223.785,  | 21.0429, | 0 |
| 2112, | 226.2716, | 21.181,  | 0 |
| 2113, | 227.5153, | 21.2472, | 0 |
| 2114, | 228.7589, | 21.3134, | 0 |
| 2115, | 231.2465, | 21.4402, | 0 |
| 2116, | 233.7342, | 21.5613, | 0 |
| 2117, | 236.2223, | 21.6768, | 0 |
| 2118, | 238.7106, | 21.7865, | 0 |
| 2119, | 239.955,  | 21.8386, | 0 |
| 2120, | 241.1993, | 21.8907, | 0 |
| 2121, | 243.6881, | 21.9892, | 0 |
| 2122, | 246.1771, | 22.0821, | 0 |
| 2123, | 248.6664, | 22.1692, | 0 |
| 2124, | 251.1559, | 22.2508, | 0 |
| 2125, | 252.4008, | 22.2888, | 0 |
| 2126, | 253.6457, | 22.3269, | 0 |
| 2127, | 256.1355, | 22.3972, | 0 |
| 2128, | 258.6255, | 22.462,  | 0 |
| 2129, | 261.1156, | 22.5211, | 0 |
| 2130, | 263.6058, | 22.5746, | 0 |
| 2131, | 324.6238, | 22.1276, | 0 |
| 2132, | 266.0963, | 22.6226, | 0 |
| 2133, | 268.5867, | 22.6649, | 0 |
| 2134, | 271.0773, | 22.7016, | 0 |
| 2135, | 272.3227, | 22.7172, | 0 |
| 2136, | 273.568,  | 22.7328, | 0 |
| 2137, | 276.0588, | 22.7583, | 0 |
| 2138, | 278.5496, | 22.7783, | 0 |
| 2139, | 281.0404, | 22.7926, | 0 |
| 2140, | 282.2859, | 22.797,  | 0 |
| 2141, | 283.5313, | 22.8014, | 0 |
| 2142, | 286.0221, | 22.8045, | 0 |
| 2143, | 288.5128, | 22.802,  | 0 |