

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NODO DI CATANIA**

U.O. OPERE CIVILI E GESIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

**MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03**

**TRAVATA RETICOLARE A VIA INFERIORE SINGOLO BIN. – P.T.60.84m
Relazione di calcolo**

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3H 03 D 09 CL VI0409 001 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autore | Autore | Data |
|------|---------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--------|--------|------|
| A | Emissione esecutiva | F.Bonifacio | Feb.2020 | F.Bonifacio | Feb.2020 | S. Vanfiori | Feb.2020 | Autore | Autore | 2020 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo
N° A20783
Autore
Autore
2020

File: RS3H03D09CLV10409001A

n. Elab.:

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. GENERALITÀ | 4 |
| 1.1 PREMESSA..... | 4 |
| 1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 4 |
| 1.3 MATERIALI IMPIEGATI..... | 5 |
| 1.4 MODELLI DI CALCOLO | 6 |
| 2. ANALISI DEI CARICHI UNITARI | 7 |
| 2.1 CARICHI FISSI..... | 7 |
| 2.2 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI..... | 7 |
| 1.1.1 Treni di carico | 7 |
| 1.1.2 Azioni orizzontali..... | 11 |
| 2.3 AZIONI CLIMATICHE | 15 |
| 1.1.3 Variazione termica..... | 15 |
| 2.4 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI..... | 19 |
| 2.5 AZIONI ECCEZIONALI | 19 |
| 2.6 AZIONI SISMICHE | 21 |
| 2.7 CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO..... | 24 |
| 3. SEZIONI ELEMENTI IMPALCATO | 26 |
| 4. VERIFICHE SLU | 47 |
| 4.1 LONGHERINE..... | 47 |
| 1.1.4 Verifiche di resistenza e di instabilità longherine - SLU | 47 |
| 1.1.5 Verifiche a fatica | 54 |
| 4.2 TRAVERSI..... | 57 |
| 1.1.6 Verifiche di resistenza – SLU (metodo elastico)..... | 57 |
| 1.1.7 Verifiche a fatica | 70 |
| 4.3 TRAVI PRINCIPALI E CONTROVENTI..... | 73 |
| 1.1.8 Verifiche di resistenza e di instabilità travi principali - SLU | 73 |
| 1.1.9 Verifiche a fatica | 79 |
| 5. VERIFICHE SLE..... | 81 |
| 5.1 Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano verticale..... | 81 |
| 5.2 Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano orizzontale..... | 81 |
| 5.3 Verifica della prima frequenza flessionale..... | 82 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
 FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DELTRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

TRAVATA RETICOLARE A VIA INFERIORE SINGOLO BIN.-
 P.T.=60.84m

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| RS3H | 03 | D 09 CL | VI 04 09 001 | A | 3 di 95 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.4 | Verifica dello sghembo | 83 |
| 6. | REAZIONI VINCOLARI | 84 |
| 7. | APPENDICE..... | 93 |
| 7.1 | VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO..... | 93 |
| 7.1.1 | CARICHI elementari | 93 |
| 7.1.2 | Output reazioni MODELLO DI CALCOLO..... | 94 |

1 GENERALITÀ

1.1 PREMESSA

Si riportano di seguito le principali verifiche statiche per la travata in carpenteria metallica a via inferiore a maglie triangolari chiuse superiormente, con portata teorica pari a 60,84 m (interasse spalle 62,50 m).

Oggetto della presente relazione è il calcolo dell'impalcato in carpenteria metallica di portata teorica pari a 60.84 m costituita da 12 scomparti lunghi 5,070 m previste in retto con altezza baricentrica di 8.1 m, interasse delle pareti di 7.37 m e ampiezza della cassetta di 500 mm. I profili sono previsti in composizione saldata e profili laminati commerciali (es. longherina tipica). Tutte le giunzioni in opera fra i vari elementi strutturali sono previste con bulloni A.R. di classe 8.8 lavoranti a taglio. Gli apparecchi d'appoggio, a calotta sferica in acciaio-teflon, rispettano le tipologie in uso presso le Ferrovie.

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è redatto secondo i metodi classici della scienza delle costruzioni e nel rispetto della seguente normativa:

- **NTC 2018** – D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018.
- **Circolare del 21.01.2019 n.7:** Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17.01.2018.
- **RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21/12/2018:** Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- **RFI DTC SI PS SP IFS 002 C del 21/12/2018:** Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 12 – Ponti, Viadotti, Sottovia e Cavalcavia
- **STI 2014 - REGOLAMENTO (UE) n. 1299/2014** della commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea
- **UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1** – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- **UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2** – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- **UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2** – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- **UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3** – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03 | | | | | |
| | TRAVATA RETICOLARE A VIA INFERIORE SINGOLO BIN.- P.T.=60.84m | COMMESSA RS3H | LOTTO 03 | CODIFICA D.09 CL | DOCUMENTO VI.04.09.001 | REV. A |

- *UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3* – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- *UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8* – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- *UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8* – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;

Tutti gli elementi lavorati dovranno essere controllati ed accettati in accordo al capitolato generale tecnico delle opere civili di RFI e alla UNI EN 1090-2 (classe di esecuzione exc3 eccetto camminamenti e grigliati per i quali, come previsto sull'appendice b, si può utilizzare la classe di esecuzione exc2).

- STI 2014 - REGOLAMENTO (UE) n. 1299/2014 della commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea

1.3 MATERIALI IMPIEGATI

ACCIAIO

Acciaio secondo EN 10025, DM 14.1.2008 e Capitolato RFI

- lamiere e profili per elementi saldati S355J2
- lamiere e profili per elementi non saldati S355J0

PIOLI

ACCIAIO S 235 JR+ C450 ST37/3K $f_y \geq 350$ N/mm²
 $f_m \geq 450$ N/mm² EN 13918

BULLONI:

- Viti classe 8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4
- Dadi classe 8 UNI EN 20898-2, UNI EN 14399-4
- Rosette Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6
- Piastrine Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6

GIOCO FORO BULLONE – STRUTTURE PRINCIPALI:

- 0.3 mm (compresa tolleranza della vite)

GIOCO FORO BULLONE – GRIGLIATI E STRUTTURE PROVVISORIE

- BULLONE FINO A M20 +1 mm (compresa tolleranza della vite)
- BULLONE OLTRE A M20 +1,5 mm (compresa tolleranza della vite)

SALDATURE:

Secondo: "CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI" di RFI, (PARTE II – SEZIONE 12 PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA E CAVALCAVIA).

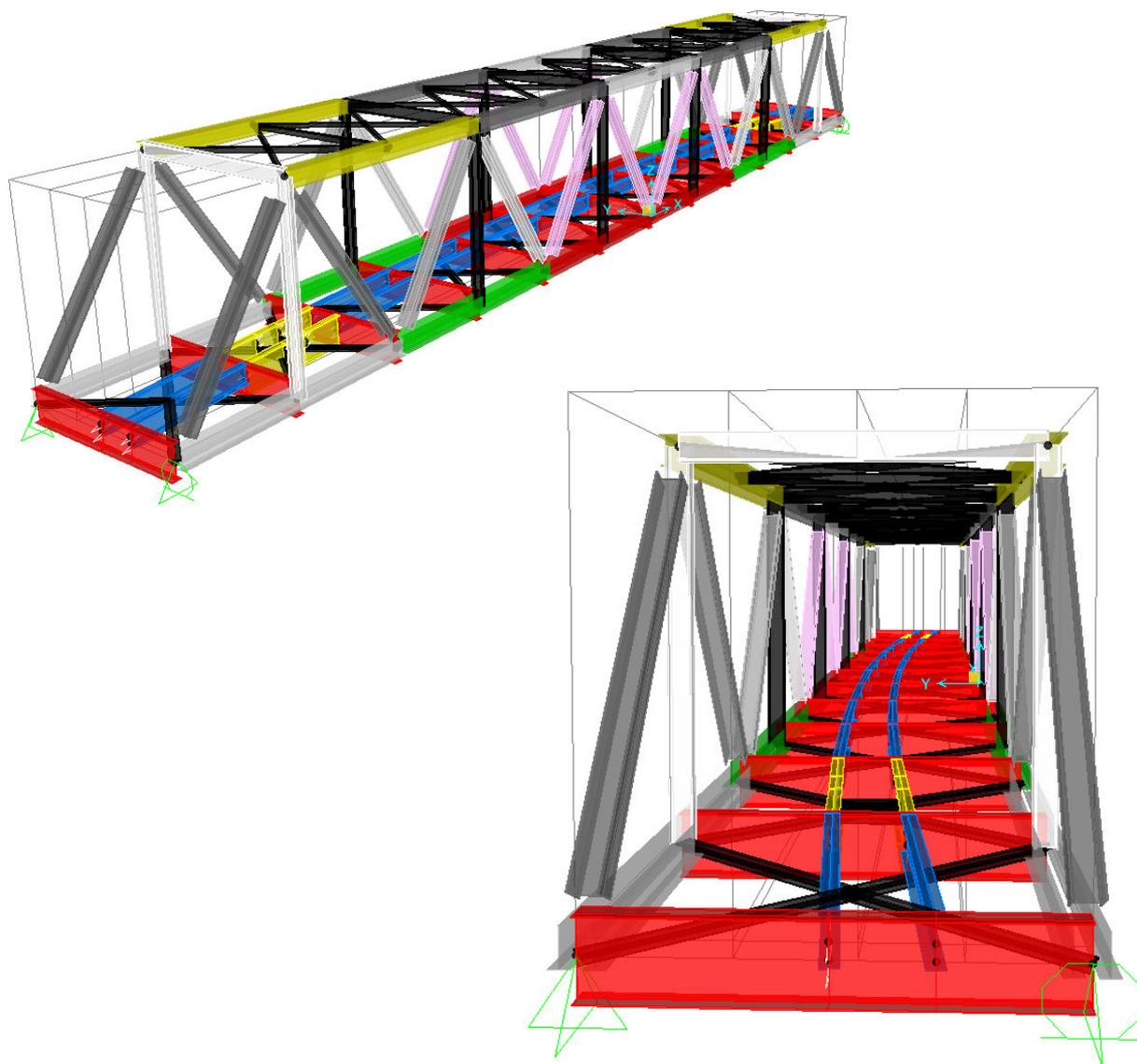
NOTE:

Approvvigionamento, collaudo e controllo delle lavorazioni di officina dei materiali, nonché controlli da eseguire durante l'accettazione provvisoria e montaggio in opera della struttura, in accordo al capitolato generale tecnico delle opere civili di RFI "parte II sezione 6 e sezione 12";

1.4 MODELLI DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni e per l'analisi strutturale sono stati realizzati dei modelli agli elementi finiti con il programma di calcolo SAP2000. L'analisi statica effettuata è di tipo elastico lineare e le verifiche sono state effettuate agli stati limite in conformità alle Normative Vigenti (§1.2).

Di seguito viene rappresentato il modello tridimensionale con il quale sono stati valutati gli effetti globali in termini di resistenza, di deformazione e di stabilità.



2 ANALISI DEI CARICHI UNITARI

Le verifiche dell'opera vengono effettuate in base ai seguenti carichi unitari.

2.1 CARICHI FISSI

Peso proprio

L=62.5 (P.T. = 60.84 m)

Peso totale travata = **4350 kN** (circa 70 kN/m valore stimato da modello già amplificato del 25%, per tenere in conto piatti, saldature, bullonature);

Permanenti portati

| | q (kN/m ²) | i (m) | q (kN/m) | |
|---------------------------|------------------------|-------|----------|----------------------------------|
| Grigliati: | 0.30 | 5.07 | 1.52 | sui trasversi |
| Armamento: | - | - | 2.00 | su ogni longherina |
| Barriere fonoassorbenti: | - | - | 16.00 | lungo ogni parete dell'impalcato |
| Mensole laterali+Velette: | - | - | 7.50 | lungo ogni parete dell'impalcato |

2.2 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

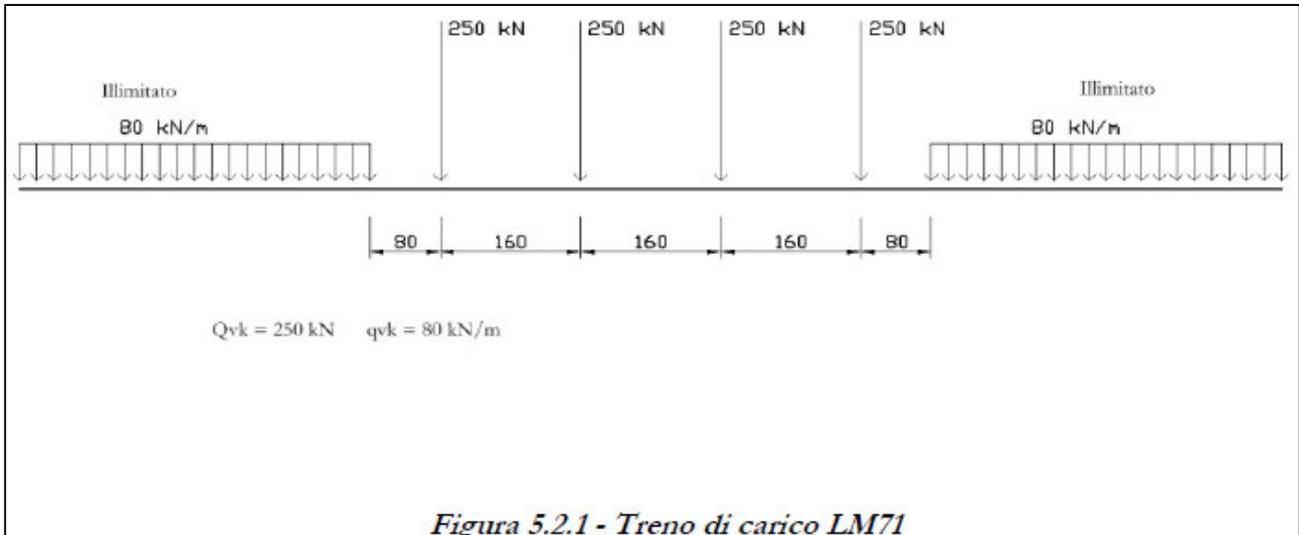
2.2.1 Treni di carico

I carichi verticali sono definiti attraverso dei modelli di carico; in particolare, sono forniti due treni di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (LM 71) ed il secondo di quello pesante (SW2).

Traffico normale: Treno LM71

Questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito da:

- quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.60 m;
- una stesa uniforme di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.



È stata considerata un'eccentricità di carico pari a 1/8 dello scartamento: $e = \frac{s}{8} = \frac{143.5}{8} = 8 \text{ cm}$

Ogni rotaia è stata caricata con la seguente azione verticale:

Vehicle Data

Vehicle name: LM71 Units: KN, m, C

Load Elevation: 

| Load Length Type | Minimum Distance | Maximum Distance | Uniform Load | Axle Load |
|------------------|------------------|------------------|--------------|-----------|
| Leading Load | Infinite | | 40. | 0. |
| Leading Load | Infinite | | 40. | 0. |
| Fixed Length | 0.8 | | 0. | 125. |
| Fixed Length | 1.6 | | 0. | 125. |
| Fixed Length | 1.6 | | 0. | 125. |
| Fixed Length | 1.6 | | 0. | 125. |
| Fixed Length | 0.8 | | 0. | 0. |
| Trailing Load | Infinite | | 40. | |

Buttons: Add, Insert, Modify, Delete

Vehicle Remains Fully In Path

OK Cancel

I valori caratteristici dei carichi mobili (LM71) attribuiti ai modelli di carico sono stati moltiplicati per un coefficiente di adattamento $\alpha = 1.10$.

Traffico pesante treno SW/2

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Per tale modello di carico è stata considerata la seguente configurazione:

- due stese di carico di intensità 150 kN/m, lunghe 25.00 m distanziate da un lasco di 7.00 m.



Sulla singola rotaia risulta:

$$q_v = \frac{150}{2} = 75 \text{ kN/m}$$

Vehicle Data

Vehicle name: SW2 Units: KN, m, C

Load Elevation: 

| Load Length Type | Minimum Distance | Maximum Distance | Uniform Load | Axle Load |
|------------------|------------------|------------------|--------------|-----------|
| Fixed Length | 25. | | 75. | 0. |
| Fixed Length | 25. | | 75. | 0. |
| Fixed Length | 7. | | 0. | 0. |
| Fixed Length | 25. | | 75. | 0. |

Buttons: Add, Insert, Modify, Delete

Vehicle Remains Fully In Path

Buttons: OK, Cancel

Coefficienti dinamici

I coefficienti di incremento dinamico per linee con normale standard manutentivo sono stati determinati con la seguente equazione:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi} - 0.2} + 0.73 \quad \text{con la limitazione} \quad 1 \leq \Phi_3 \leq 2$$

con la lunghezza L_Φ valutata secondo la Tabella 1.4.2.5.3.1:

- Travi principali $L_\Phi = L = 60.84 \text{ m}$;
- Longherine $i = 5.070 \text{ m}$; $L_\Phi = i + 3 = 8.070 \text{ m}$;
- Travi trasversali intermedie $L = 7.37 \text{ m}$; $L_\Phi = 2 * L = 14.74 \text{ m}$;
- Travi trasversali di estremità $L_\Phi = 3.6 \text{ m}$.

Inoltre, per ponti metallici con armamento diretto occorrerà considerare un ulteriore coefficiente di adattamento dinamico β , dato da:

$$\beta = 1 \quad \text{per } L_\Phi \leq 8\text{m e } L_\Phi > 90\text{m}$$

$$\beta = 1.1 \quad \text{per } 8\text{m} \leq L_\Phi \leq 90\text{m}$$

Si assumono i seguenti coefficienti dinamici:

| COEFFICIENTI DI INCREMENTO DINAMICO | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|---------|------------------|
| | L_Φ | Φ_3 | β | $\Phi_3 * \beta$ |
| | m | - | - | - |
| Travi principali | 60.84 | 1.01 | 1.1 | 1.12 |
| Longherine | 8.07 | 1.55 | 1.1 | 1.70 |
| Longherine a mensola | - | 2.00 | 1 | 2.00 |
| Travi trasversali intermedie | 14.74 | 1.32 | 1.1 | 1.46 |
| Travi trasversali di estremità | 3.6 | 2.00 | 1 | 2.00 |

Per la verifica a fatica invece, il coefficiente di incremento dinamico del sovraccarico teorico è stato valutato mediante la seguente formula, in accordo alla "Specifiche per la verifica a fatica dei ponti ferroviari":

$$\Phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\Phi} - 0.2} + 0.82 \quad \text{con la limitazione} \quad 1 \leq \Phi_2 \leq 1.67$$

| COEFFICIENTI DI INCREMENTO DINAMICO (FATICA) | | | | |
|--|------------|----------|---------|------------------|
| | L_{Φ} | $\Phi 2$ | β | $\Phi 2 * \beta$ |
| Travi principali | 60.84 | 1.01 | 1.1 | 1.11 |
| Longherine a mensola | - | 2.00 | 1 | 2.00 |
| Longherine | 8.07 | 1.37 | 1.1 | 1.50 |
| Travi trasversali intermedie | 14.74 | 1.22 | 1.1 | 1.34 |
| Travi trasversali di estremità | 3.6 | 1.67 | 1 | 1.67 |

2.2.2 Azioni orizzontali

Serpeggio

Si assume una forza orizzontale di 100 kN applicata alla sommità delle rotaie.

Avviamento e frenatura

Avviamento:

$$Q_{ak} = 33 * L \leq 1000 \text{ kN}$$

Treno LM71

$$Q_{ak} = 1000 \text{ kN};$$

Treno SW2

$$Q_{ak} = 1000 \text{ kN}$$

Frenatura:

Treno LM71 $Q_{bk} = 20 * L \leq 6000 \text{ kN}$

Treno SW2 $Q_{bk} = 35 * L$

Treno LM71

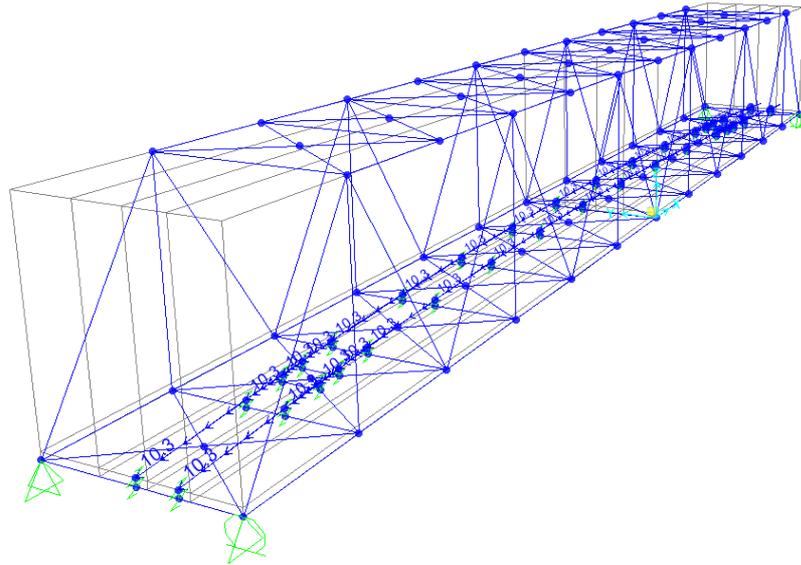
$$Q_{bk} = 20 * 62.5 = 1250 \text{ kN}$$

Treno SW2

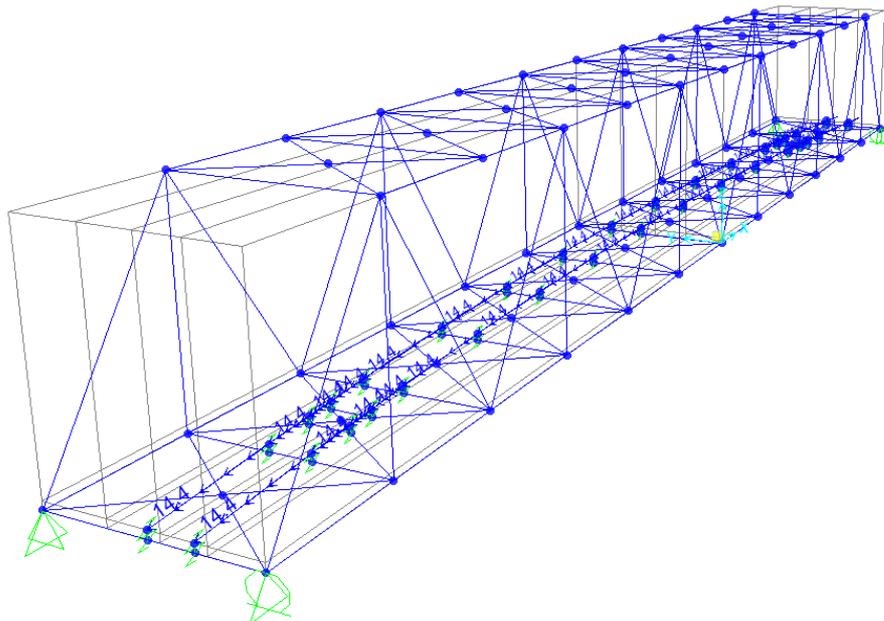
$$Q_{bk} = 35 * (50) = 1750 \text{ kN}$$

Per il treno di carico LM71 le precedenti forze vengono moltiplicate per il coefficiente $\alpha = 1.1$. nello specifico "load case" F-A_LM71.

Nel modello di calcolo sono state considerate per ciascun treno di carico solamente le azioni (frenatura o avviamento) che determinano le sollecitazioni massime sulla struttura.



Frenatura LM71



Frenatura SW2

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DELTRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03 | | | | | |
| | TRAVATA RETICOLARE A VIA INFERIORE SINGOLO BIN.- P.T.=60.84m | COMMESSA RS3H | LOTTO 03 | CODIFICA D.09 CL | DOCUMENTO VI.04.09.001 | REV. A |

Forza centrifuga

Nei ponti ferroviari al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione della curva.

L'azione centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1.80 m al di sopra del P.F..

Raggio considerato: R= 250 m

- Per il treno di carico tipo SW/2 si considerano i seguenti parametri e valori:

$$V = 100 \text{ km/h (la velocità di progetto della linea è } < 200 \text{ km/h);}$$

$$\alpha = 1$$

$$f = 1$$

$$Q_{tk} = 0$$

$$q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = \mathbf{47.24 \text{ kN/m}}$$
 (da ripartire per le 2 rotaie)

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \cdot 1 \cdot SW/2$

Applicazione sul modello di calcolo, del carico verticale (tira e spingi su rotaie):

$$F_v(q_t) = 47.24 \times 1.80 / 1.5 = \mathbf{56.7 \text{ kN/m}}$$

Per il treno di carico tipo LM/71 occorre considerare due casi:

(a) $V = 120 \text{ km/h}$

$$\alpha = 1.1$$

$$f = 1$$

$$Q_{tk} = 1.1 V^2 / (127 \times r) \times f \times Q_{vk} = 125 \text{ kN}$$

$$q_{tk} = 1.1 V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = 40 \text{ kN/m}$$

(b) $V = 160 \text{ km/h}$

$$\alpha = 1$$

$$f = 0.786 \text{ (considerando } L_f = 60.84 \text{ m)}$$

$$Q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times Q_{vk} = \mathbf{158.4 \text{ kN}}$$
 (da ripartire per le 2 rotaie)

Tali 4 carichi concentrati, per la valutazione degli effetti globali, viene ripartita sul modello di calcolo considerando la fascia di azione pari a 6,4 m. Pertanto a cavallo della mezzieria dell'impalcato verrà applicata la seguente azione al metro lineare: $4 \cdot 158.4 / 6.4 = \mathbf{99 \text{ kN/m}}$

$$q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = \underline{50.7} \text{ kN/m} \quad (\text{da ripartire per le 2 rotaie})$$

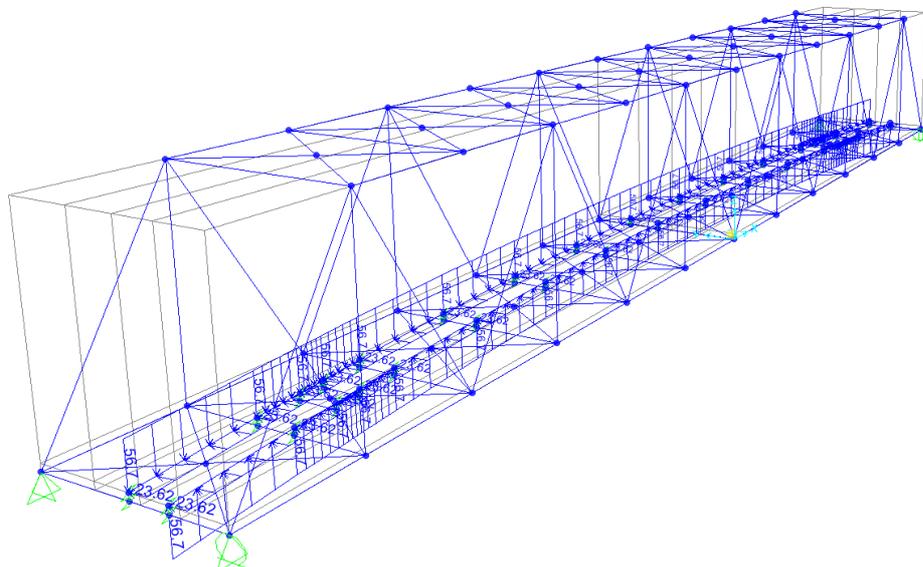
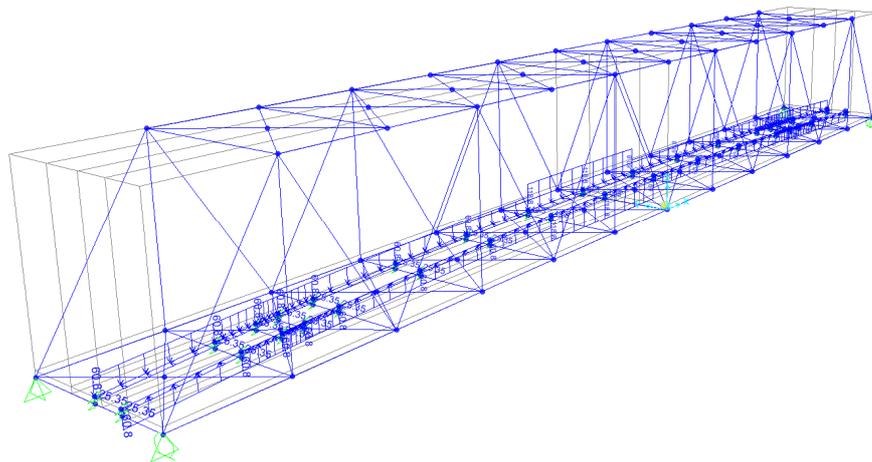
Il caso (b) è più gravoso del caso (a), e del caso SW2, pertanto è l'unico caso che verrà considerato nel modello di calcolo.

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \times LM/71$

Applicazione sul modello di calcolo, del carico verticale (tira e spingi su rotaie):

$$F_v(Q_t) = 99 \times 1.80 / 1.5 = \underline{118.8} \text{ kN/m}$$

$$F_v(q_t) = 50.7 \times 1.80 / 1.5 = \underline{60.8} \text{ kN/m}$$



2.3 AZIONI CLIMATICHE

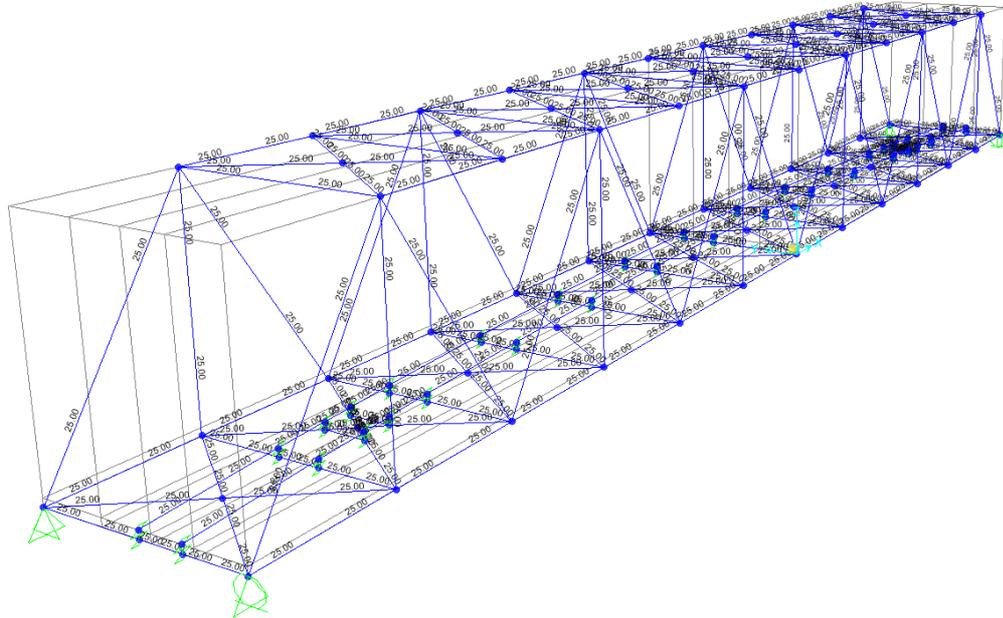
2.3.1 Variazione termica

Nelle verifiche dei singoli elementi è stata considerata una variazione termica uniforme, una variazione volumetrica ed una variazione termica non uniforme secondo quanto indicato sulla "Manuale di progettazione R.F.I."

Variazione termica uniforme

La variazione termica uniforme volumetrica da considerare per un impalcato in acciaio ed armamento diretto risulta pari a $\pm 25^{\circ}\text{C}$.

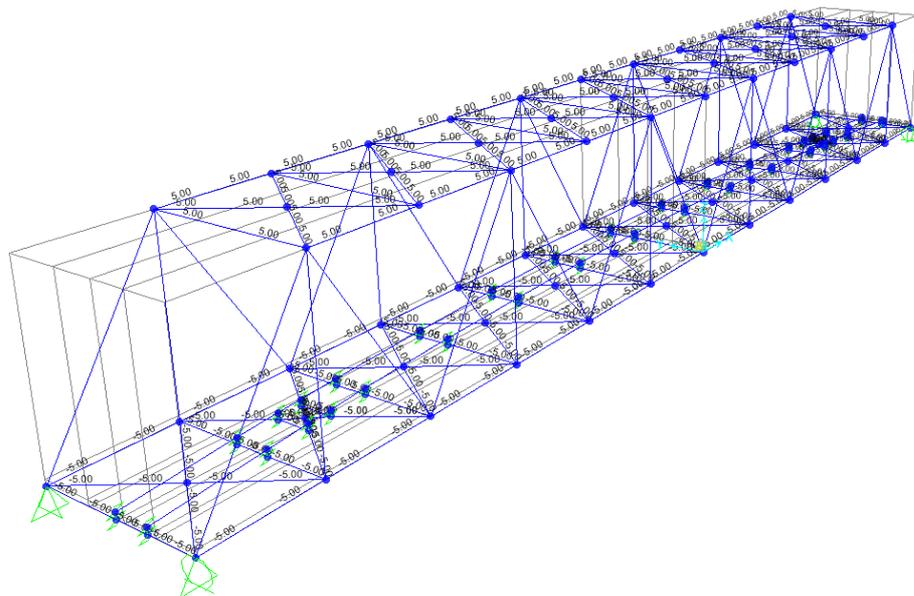
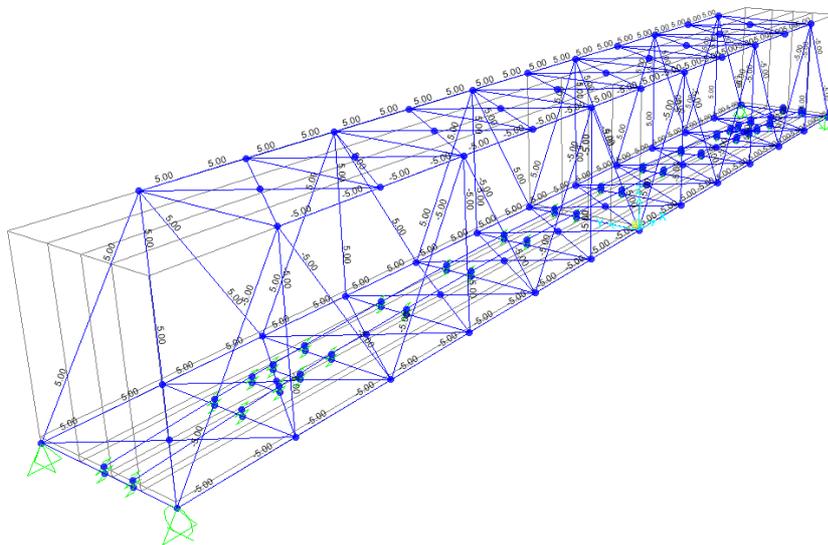
Per la determinazione delle escursioni degli apparecchi di appoggio è stata considerata una variazione termica uniforme di $25^{\circ} * 1.5 = 37.5^{\circ}\text{C}$.



Variazione termica non uniforme

In aggiunta alla variazione termica uniforme è stato considerato un gradiente termico pari a 5°C tra intradosso ed estradosso di impalcato.

Per la verifica delle deformazioni orizzontali e verticali dell'impalcato sono state considerate delle differenze di temperatura tra estradosso ed intradosso e fra le superfici laterali più esterne degli impalcati di 10°C.



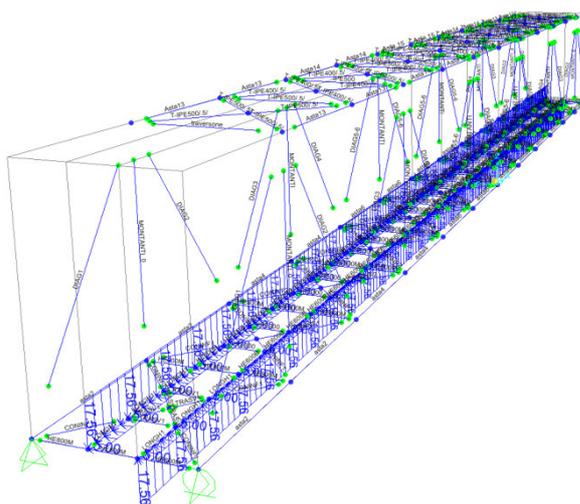
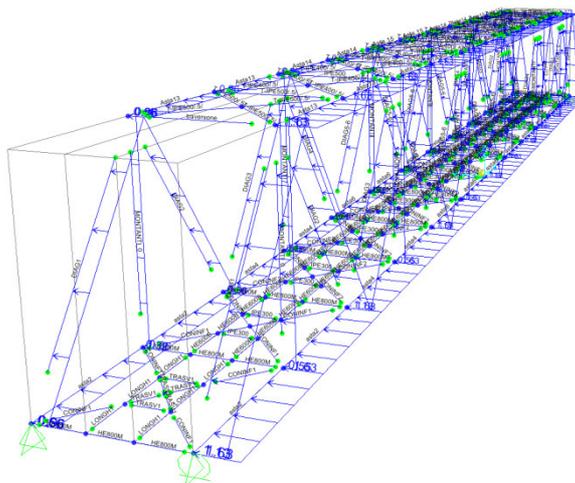
Azione del vento

L'azione del vento è stata distinta in:

- Vento su struttura scarica, ossia azione del vento sul ponte senza carichi mobili;
- Vento su struttura carica, ossia azione del vento sul ponte durante il transito dei veicoli

| Calcolo dell'AZIONE DEL VENTO [NTC 18 - par. 3.3] | | | | | |
|--|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| REGIONE | Zona | $v_{ref,0}$ [m/s] | a_0 [m] | k_s [1/s] | |
| Sicilia e provincia di Reggio Calabria | 4 | 28 | 500 | 0.36 | |
| T_R [anni] | α_R | a_s [m] | $v_{ref}(T_R=50)$ [m/s] | $v_{ref}(T_R)$ [m/s] | q_{ref} [N/m ²] |
| 50 | 1.00 | 200 | 28.0 | 28.0 | 490.72 |
| Classe di rugosità del terreno | | Categoria di esposizione del sito | | | |
| Aree prive di ostacoli | | oltre 30 km dalla costa, sotto i 500 m | | | |
| D | | II | | | |
| Coefficiente di topografia | | c_t | | | |
| | | 1.00 | | | |
| Coefficiente di esposizione | | | | Ulteriori coefficienti | |
| k_r | z_0 [m] | z_{min} [m] | z [m] | c_d | 1.00 |
| 0.19 | 0.05 | 4.00 | 30.00 | c_f | 0.01 |
| c_e | | | 3.09 | | |
| Coefficiente di forma o aerodinamico [C3.3.8.6] | | | | | |
| Tipologia di struttura soggetta all'azione del vento: | | | a travi reticolari | | |
| Travi reticolari | | | | | |
| | S_p [m ²] | 255 | | ϕ | 0.28 |
| | S [m ²] | 923 | | | |
| Altezza della travata | h [m] | 13.5 | | 1 ^a travata | 2 ^a travata |
| Distanza tra le travate | d [m] | 6.24 | | $c_{p,1}$ | $c_{p,2}$ |
| | d/h | 0.46 | | 1.63 | 1.09 |
| | μ | 0.668 | | | |
| Pressione del vento | | $T_R =$ | 50 | anni | |
| pressione del vento travata esposta | | p_1 [N/m ²] | 2477 | | |
| pressione del vento travata successiva | | p_2 [N/m ²] | 1656 | | |
| azione tangenziale del vento | | p_f [N/m ²] | 15 | | |
| 67% | | | | | |

Per l'azione del vento cautelativamente si prevedono 2,5 kN/mq applicate nelle superfici esposte della travata metallica e dei treni di carico. Le superfici dalla parte opposta a quelle direttamente esposte verranno caricate con $2.5 \cdot 0.67 = 1.68$ kN/mq



2.4 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI

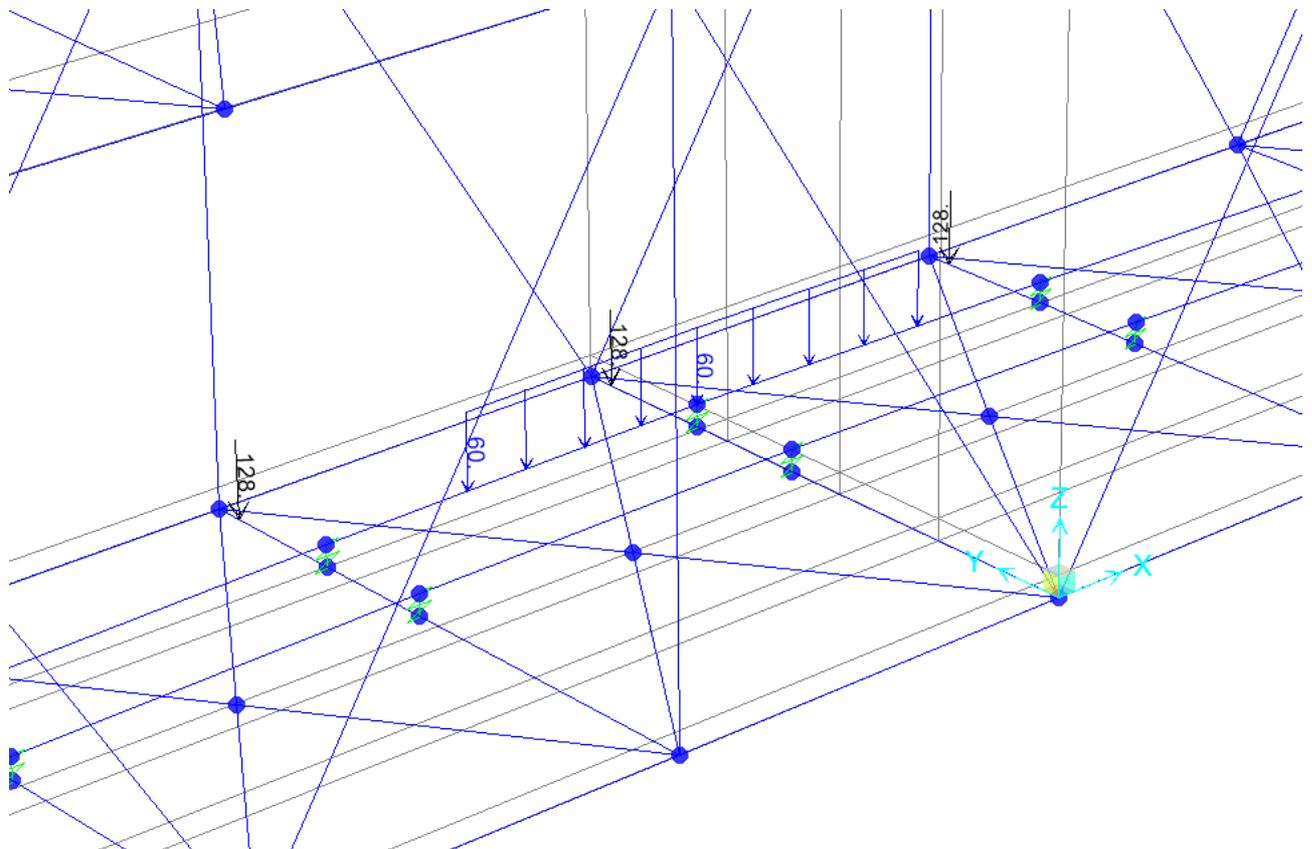
Superfici verticali parallele al binario

Per una distanza a_g dall'asse del binario pari a 2.55 m, e per una velocità massima di percorrenza pari a 160 km/h, il valore caratteristico dell'azione sul pannello è di 0.4 kN/m².

2.5 AZIONI ECCEZIONALI

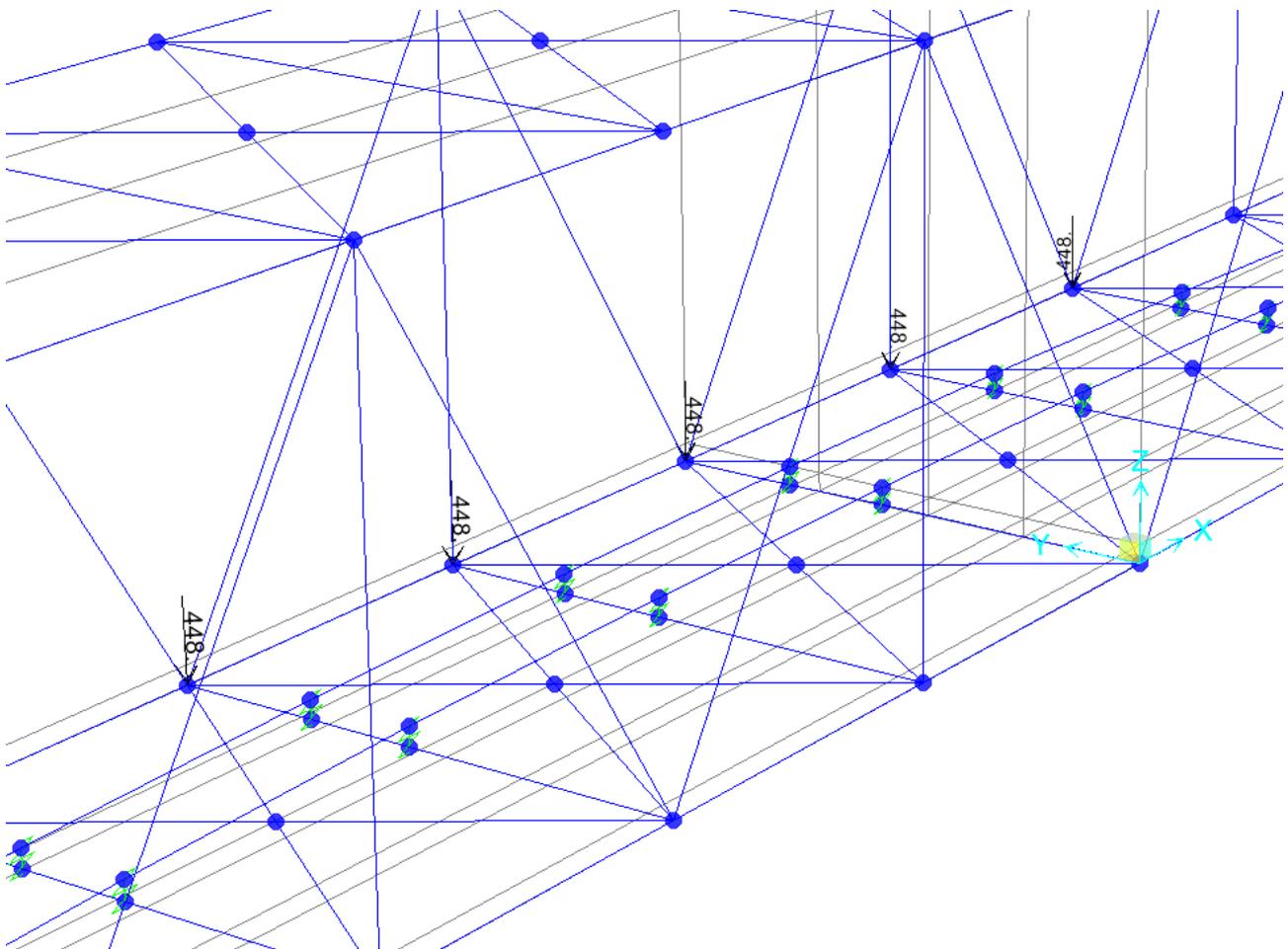
Deraigliamento schema 1

Sono state considerate due stese di carico di lunghezza 6.40 m, intensità di 60 kN/m, ad una distanza pari allo scartamento S ed eccentriche rispettivamente 1.5 s e s.



Deragliamento schema 2

È stato considerato un carico lineare di lunghezza 20m, intensità $80 \cdot 1.4$ kN/m, eccentrico di 1.5s rispetto all'asse binari ($80 \cdot 1.4 \cdot 20/5 = 448$ kN).



2.6 AZIONI SISMICHE

Lo spettro di progetto è stato ottenuto utilizzando il foglio di calcolo elettronico messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

| | | | | | |
|-------------|------------|---------|-----------|---------|--|
| LONGITUDINE | LATITUDINE | | | | |
| 14.7410 | 37.5739 | REGIONE | PROVINCIA | COMUNE | |
| | | Sicilia | Catania | Catania | |

Elaborazioni grafiche

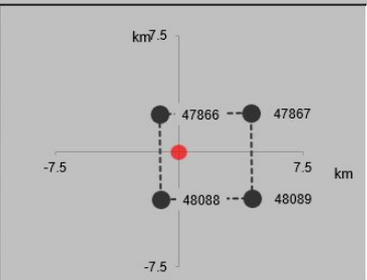
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info
 Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

| | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Stati limite di esercizio - SLE | SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/> |
| | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| | SLC - $P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2193"/> |

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

$S_B = 1.269$

$C_C = 1.365$ info

Categoria topografica info

$h/H = 1.000$

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

$\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s

Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto

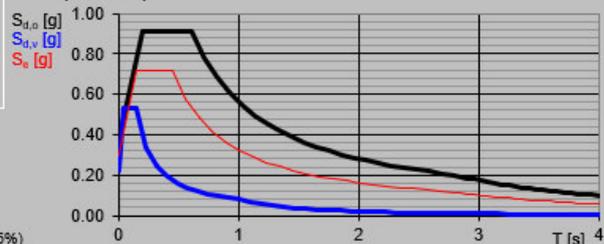
Fattore q_v

$\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

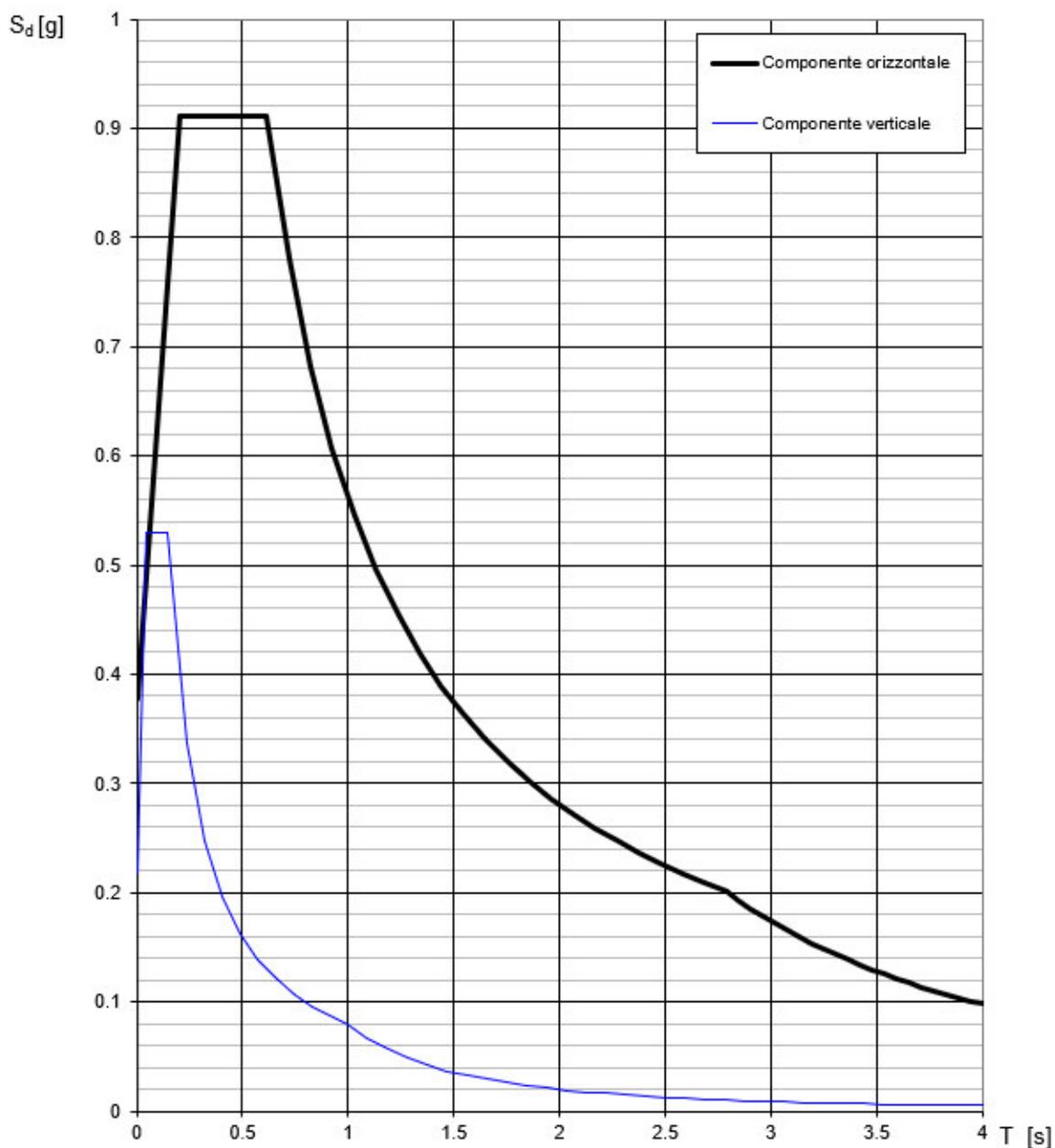
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

2.7 CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le singole azioni elementari vengono combinate come previsto sulla Normativa Ferroviaria RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – “Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”;

| COEFFICIENTI DI COMB. | | | A1 STR |
|---|-------------|-----------------|--------|
| Carichi permanenti | <i>sfav</i> | Y _{G1} | 1.35 |
| | <i>fav</i> | | 1 |
| Carichi permanenti non strutturali | <i>sfav</i> | Y _{G2} | 1.5 |
| | <i>fav</i> | | 0 |
| Traffico | <i>sfav</i> | Y _Q | 1.45 |
| | <i>fav</i> | | 0 |
| Variabili | <i>sfav</i> | Y _{Qi} | 1.5 |
| | <i>fav</i> | | 0 |

| Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
|-------------------------|----------|----------|
| <i>treno scarico</i> | | |
| 1 | 0 | 0 |
| <i>serpeggio</i> | | |
| 1 | 0.8 | 0 |
| <i>Eff_aerodinamici</i> | | |
| 0.8 | 0.5 | 0 |
| <i>vento</i> | | |
| 0.6 | 0.5 | 0 |
| <i>temperatura</i> | | |
| 0.6 | 0.6 | 0.5 |

| VALUTAZIONE DEI CARICHI DA TRAFFICO | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------|--------------------|------------------------|------------|-------------|------------|-------------|----------------|----------|----------|
| Commenti | TIPO DI CARICO | Azioni Verticali | | | Azioni Orizzontali | | | | | | Y _Q | | |
| | | GRUPPO DI CARICO | Carico verticale | | Treno scarico | Frenatura e avviamento | | Centrifuga | | Serpeggio | | 1.45 | |
| | | | <i>sfav</i> | <i>fav</i> | | <i>sfav</i> | <i>fav</i> | <i>sfav</i> | <i>fav</i> | <i>sfav</i> | <i>fav</i> | Ψ_0 | Ψ_1 |
| massima azione verticale e laterale | <i>Gruppo1</i> | 1 | 1 | 0 | 0.5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 |
| stabilità laterale | <i>Gruppo2</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 |
| massima azione longitudinale | <i>Gruppo3</i> | 1 | 0.5 | 0 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0 |
| fessurazione | <i>Gruppo4</i> | 0.8 | 0.6 | 0 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 1 | 1 | 0 |

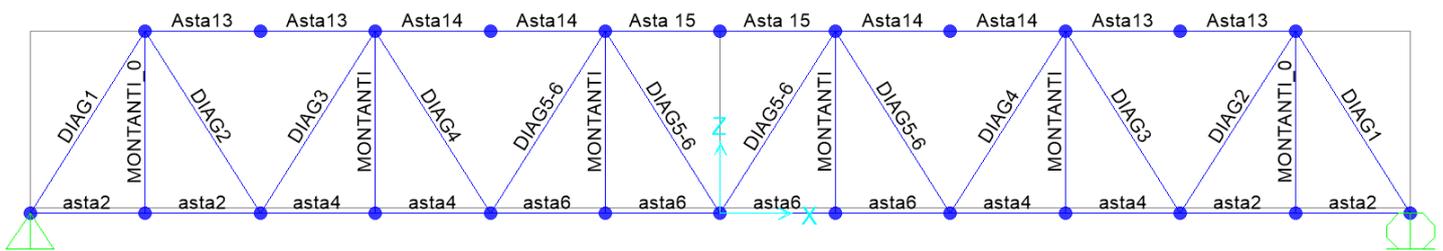
| SLU | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------------|
| AZIONE VARIABILE PRINCIPALE --> | VEICOLI | | | | | | | | VENTO | | TEMPERATURA | | | | |
| TIPO DI CARICO | SW2 | | | | LM71 | | | | Struttura scarica | SW2 | | LM71 | | | Struttura scarica |
| | GR1 | | GR3 | | GR1 | | GR3 | | | GR1 | GR3 | GR1 | GR3 | | |
| | SLU01 | SLU02 | SLU03 | SLU04 | SLU05 | SLU06 | SLU07 | SLU08 | | SLU09 | SLU10 | SLU11 | SLU12 | SLU13 | |
| Peso proprio | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| Permanenti portati | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| SW2 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| LM71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 1.16 | 0.00 |
| Serp_LM71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 1.45 | 0.73 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.58 | 0.00 |
| Serp_SW2 | 1.45 | 1.45 | 0.73 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| F-A_LM71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.73 | 0.73 | 1.45 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 1.16 | 0.00 |
| F-A_SW2 | 0.73 | 0.73 | 1.45 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Centrifuga_LM71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 1.45 | 0.73 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.58 | 0.00 |
| Centrifuga_SW2 | 1.45 | 1.45 | 0.73 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.16 | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Eff_Aerodinamici | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 0.00 |
| Vento_scarico | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 |
| Vento_carico | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.00 |
| Temp SLU | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.90 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |

| TIPO DI CARICO | TRENO CARICO 1 | | | TRENO CARICO 2 | | | TRENO SCARICO | | |
|--------------------|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------------|---------|---------|
| | SISMA01 | SISMA02 | SISMA03 | SISMA04 | SISMA05 | SISMA06 | SISMA07 | SISMA08 | SISMA09 |
| Peso proprio | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Permanenti portati | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SW2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| Serp_SW2 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| F-A_SW2 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| Centrifuga_SW2 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| E_1Ex+0.3Ey+0.3Ez | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| E_0.3Ex+1Ey+0.3Ez | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| E_0.3Ex+0.3Ey+1Ez | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

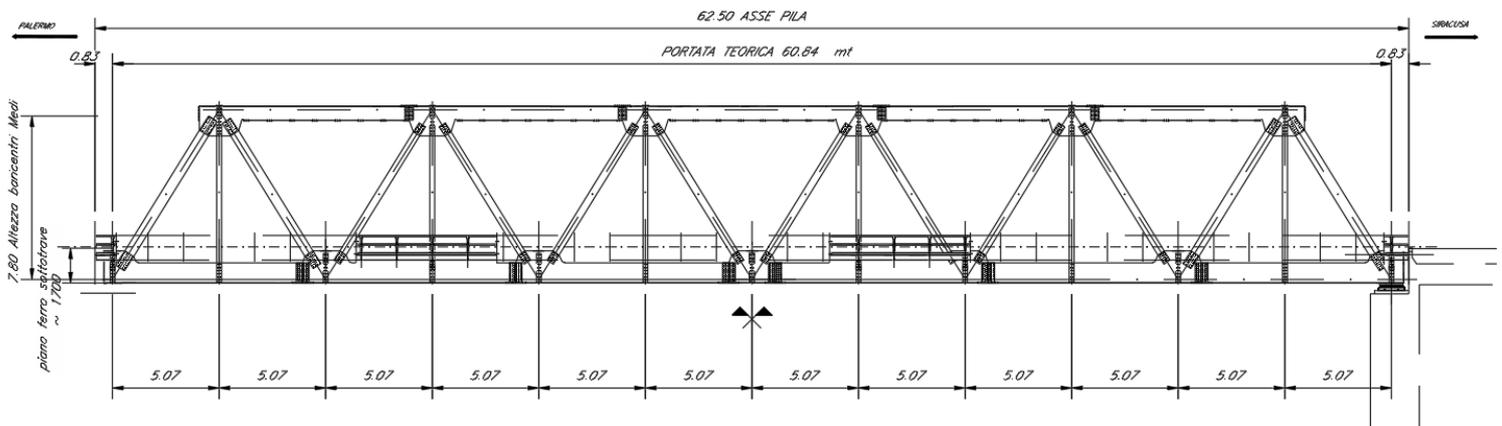
| TIPO DI CARICO | TRENO CARICO | | | | | | TRENO SCARICO | | | | | |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ECC01 | ECC02 | ECC03 | ECC04 | ECC05 | ECC06 | ECC07 | ECC08 | ECC09 | ECC10 | ECC11 | ECC12 |
| Peso proprio | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Permanenti portati | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SW2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Temp SLU | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 |
| C1m_deragl | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C2_deragl | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| C1a_deragl | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

3 SEZIONI ELEMENTI IMPALCATO

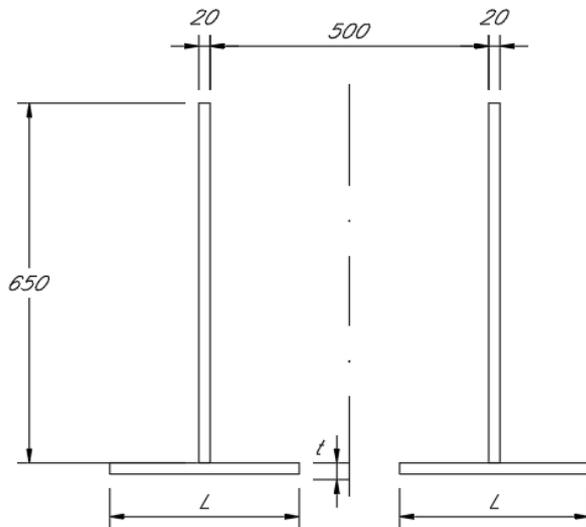
Lo schema nel modello di calcolo è il seguente:



Corrispondentemente a quanto riportato negli elaborati grafici:

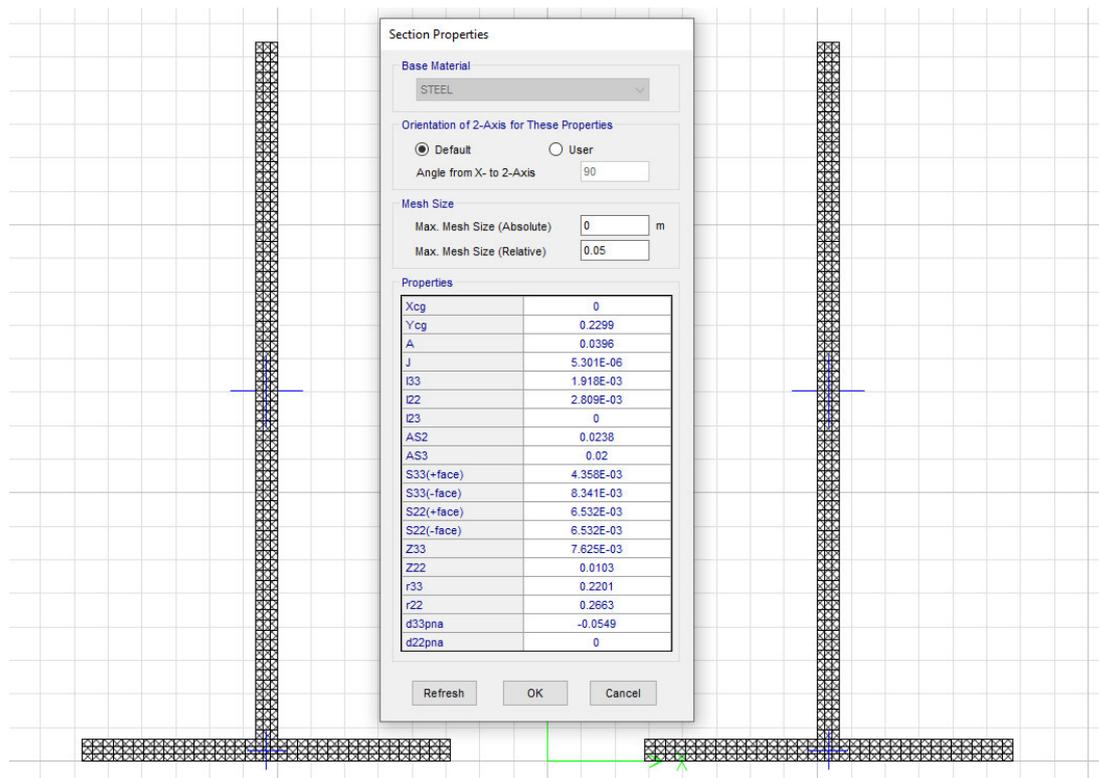


- BRIGLIE inferiori:

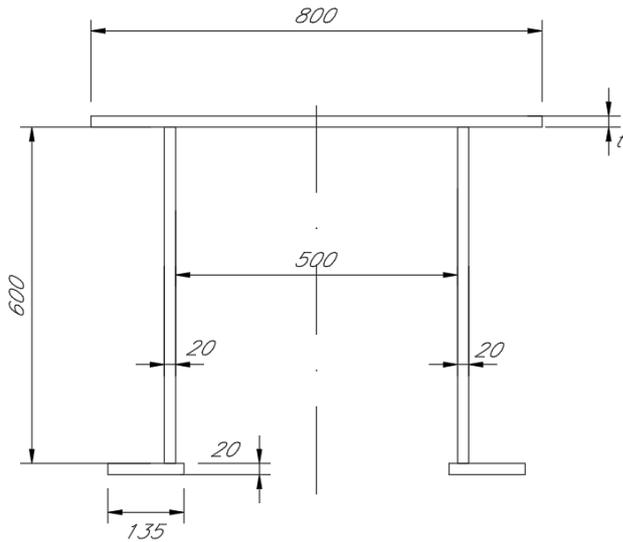


| | <i>Briglia inf.</i> 1-3 11-13 | <i>Briglia inf.</i> 3-5 9-11 | <i>Briglia inf.</i> 5-7 7-9 |
|----------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <i>L</i> | 340 | 460 | 460 |
| <i>t</i> | 20 | 35 | 40 |

Asta2

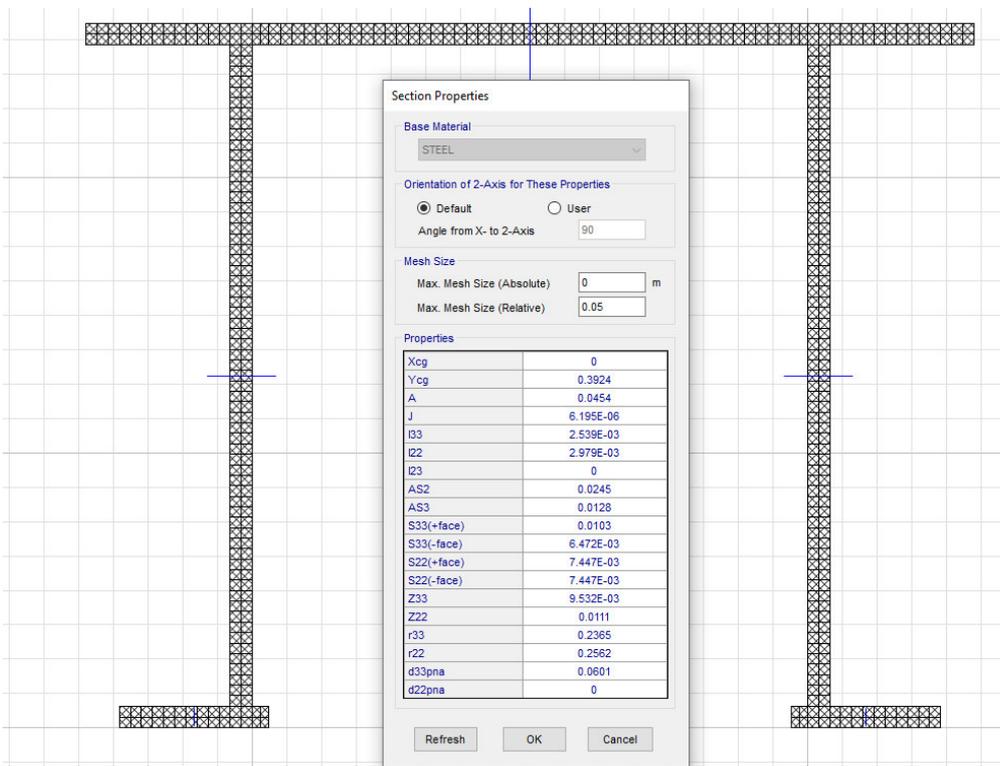


- BRIGLIE superiori:

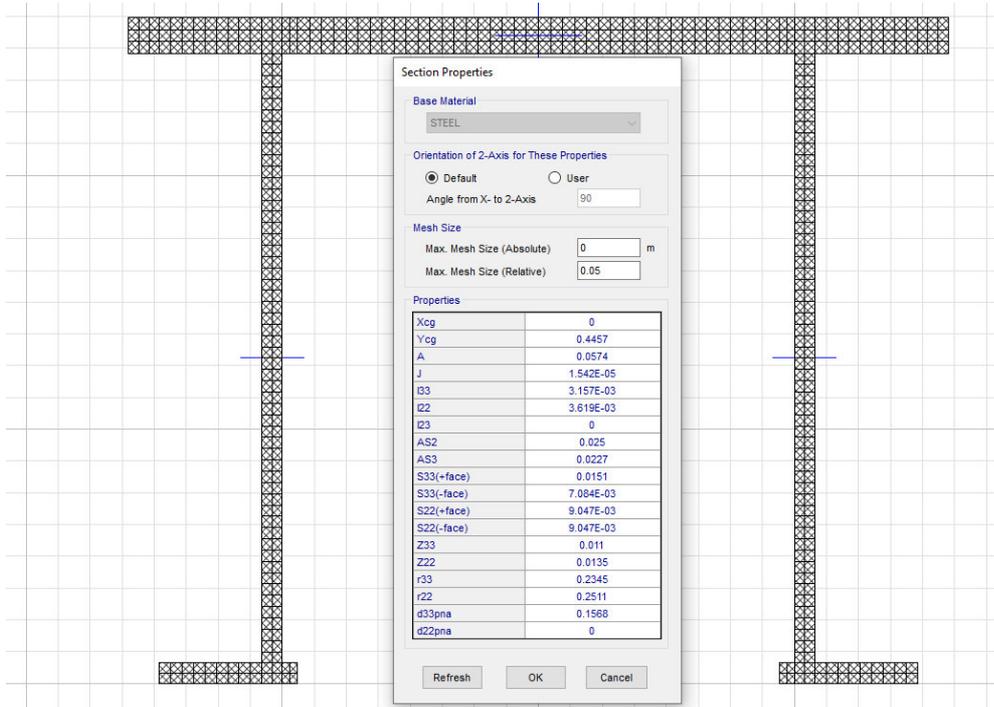


| | <i>Briglia sup.</i> 2-4 10-12 | <i>Briglia sup.</i> 4-6 8-10 | <i>Briglia sup.</i> 6-8 |
|----------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| <i>t</i> | 20 | 35 | 40 |

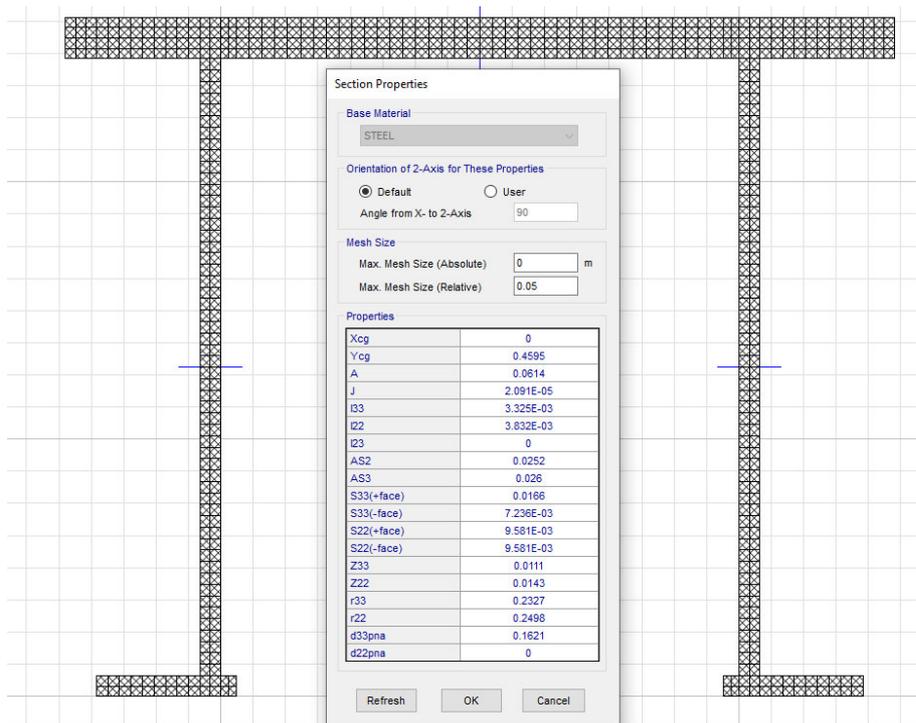
Asta13



Asta14



Asta15



Briglia superiore

| | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------|----------|
| piattabanda_ext | b | 0.8 | m |
| | i | 0.5 | m |
| | t_w | 0.02 | m |
| | c | 0.13 | m |
| | t | 0.02 | m |
| | c/t | 6.50 | |
| | <i>classe</i> | 1 | |
| anima | c | 0.6 | m |
| | t | 0.02 | m |
| | c/t | 30.00 | |
| | <i>classe</i> | 2 | |
| piattabanda_int | c | 0.5 | m |
| | t | 0.02 | m |
| | c/t | 25.00 | |
| | <i>classe</i> | 1 | |
| | Classe sezione | 2 | |

- TRAVERSI inferiori (interni)

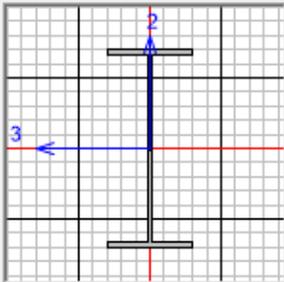
Section Name: TRAV_INT Display Color: ■

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions

| | |
|---------------------------------|------|
| Outside height (t3) | 1.3 |
| Top flange width (t2) | 0.55 |
| Top flange thickness (tf) | 0.04 |
| Web thickness (tw) | 0.02 |
| Bottom flange width (t2b) | 0.55 |
| Bottom flange thickness (tfb) | 0.04 |

Section



Material: STEEL

Property Modifiers: Set Modifiers...

Properties: Section Properties..., Time Dependent Properties...

OK Cancel

Section Name: TRAV_INT

Properties

| | | | |
|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| Cross-section (axial) area | 0.0684 | Section modulus about 3 axis | 0.0315 |
| Moment of Inertia about 3 axis | 0.0205 | Section modulus about 2 axis | 4.036E-03 |
| Moment of Inertia about 2 axis | 1.110E-03 | Plastic modulus about 3 axis | 0.0352 |
| Product of Inertia about 2-3 | 0. | Plastic modulus about 2 axis | 6.172E-03 |
| Shear area in 2 direction | 0.026 | Radius of Gyration about 3 axis | 0.5474 |
| Shear area in 3 direction | 0.0367 | Radius of Gyration about 2 axis | 0.1274 |
| Torsional constant | 2.561E-05 | Shear Center Eccentricity (x3) | 0. |

OK

| TRAV_INT | | | |
|-----------------------|----------------|--------------|----------|
| piattabanda | b | 0.55 | m |
| | t _w | 0.02 | m |
| | c | 0.265 | m |
| | t | 0.04 | m |
| | c/t | 6.63 | |
| | classe | 1 | |
| anima | h | 1.3 | m |
| | t _f | 0.04 | m |
| | c | 1.22 | m |
| | t | 0.02 | m |
| | c/t | 61.00 | |
| | classe | 2 | |
| Classe sezione | | 2 | |

- TRAVERSI inferiori (di testata)

Section Name:

Section Notes:

Display Color: ■

Dimensions

Outside height (t3) :

Top flange width (t2) :

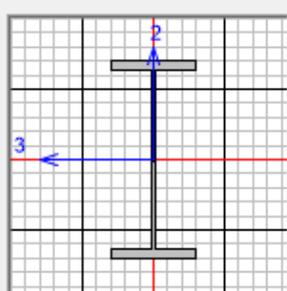
Top flange thickness (tf) :

Web thickness (tw) :

Bottom flange width (t2b) :

Bottom flange thickness (tfb) :

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name:

Properties

| | | | |
|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| Cross-section (axial) area | 0.0943 | Section modulus about 3 axis | 0.0441 |
| Moment of Inertia about 3 axis | 0.0287 | Section modulus about 2 axis | 6.055E-03 |
| Moment of Inertia about 2 axis | 1.665E-03 | Plastic modulus about 3 axis | 0.0493 |
| Product of Inertia about 2-3 | 0. | Plastic modulus about 2 axis | 9.245E-03 |
| Shear area in 2 direction | 0.0312 | Radius of Gyration about 3 axis | 0.5514 |
| Shear area in 3 direction | 0.055 | Radius of Gyration about 2 axis | 0.1329 |
| Torsional constant | 7.912E-05 | Shear Center Eccentricity (x3) | 0. |

| TRAV_EXT | | | |
|-----------------------|----------------|--------------|----------|
| piattabanda | b | 0.55 | m |
| | t _w | 0.024 | m |
| | c | 0.263 | m |
| | t | 0.06 | m |
| | c/t | 4.38 | |
| | classe | 1 | |
| anima | h | 1.3 | m |
| | t _f | 0.06 | m |
| | c | 1.18 | m |
| | t | 0.024 | m |
| | c/t | 49.17 | |
| | classe | 1 | |
| Classe sezione | | 1 | |

- TRAVERSI superiori

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

Outside height (t3)

Top flange width (t2)

Top flange thickness (tf)

Web thickness (tw)

Bottom flange width (t2b)

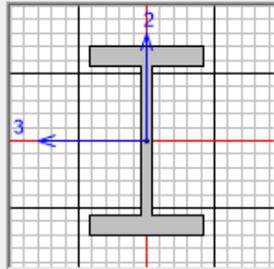
Bottom flange thickness (tfb)

Material

+

Property Modifiers

Section



Properties

Section Name:

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.042"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="6.740E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.685E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.506E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="2.259E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="7.950E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="2.340E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="0.015"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2003"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.025"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0733"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="2.580E-05"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

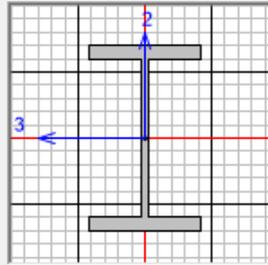
Section Name **Display Color**

Section Notes

Dimensions

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Outside height (t3) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.3"/> |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.04"/> |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.02"/> |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.3"/> |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.04"/> |

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0324"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="5.585E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.396E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.202E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="1.803E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="6.402E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.842E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="0.01"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2076"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.02"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0746"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="1.281E-05"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

Section Name: T-IPE500/5/ Display Color:

Section Notes:

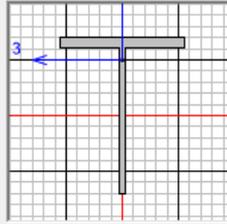
Extract Data from Section Property File

Open File...

Dimensions

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Outside stem (t3) | <input type="text" value="0.25"/> |
| Outside flange (t2) | <input type="text" value="0.2"/> |
| Flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.016"/> |
| Stem thickness (tw) | <input type="text" value="0.0102"/> |

Section



Properties

Material: STEEL

Property Modifiers:

Section Name:

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="5.776E-03"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="1.717E-04"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="3.262E-05"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.071E-04"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="1.071E-05"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="3.053E-04"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.679E-04"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="2.550E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.0751"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="3.200E-03"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0431"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="3.558E-07"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

- DIAGONALI

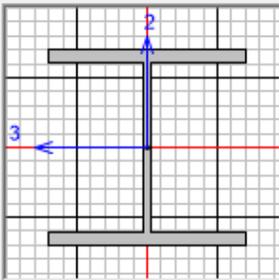
Section Name **Display Color**

Section Notes

Dimensions

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Outside height (t3) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.035"/> |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.02"/> |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.035"/> |

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0436"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="8.112E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="2.028E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="2.918E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="7.295E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="9.062E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="4.418E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="0.01"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2157"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.0292"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.1293"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="1.477E-05"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

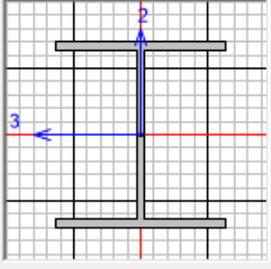
Section Name **Display Color**

Section Notes

Dimensions

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Outside height (t3) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.45"/> |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.025"/> |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.016"/> |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.45"/> |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.025"/> |

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0297"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="5.567E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.392E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.688E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="3.798E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="6.154E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="2.560E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="8.000E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2165"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.0188"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.1131"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="5.124E-06"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

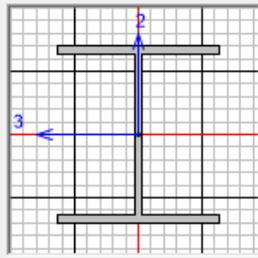
Section Name **Display Color**

Section Notes

Dimensions

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Outside height (t3) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.45"/> |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.025"/> |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.016"/> |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.45"/> |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.025"/> |

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0297"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="5.567E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.392E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.688E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="3.798E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="6.154E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="2.560E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="8.000E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2165"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.0188"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.1131"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="5.124E-06"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

Outside height (t3) :

Top flange width (t2) :

Top flange thickness (tf) :

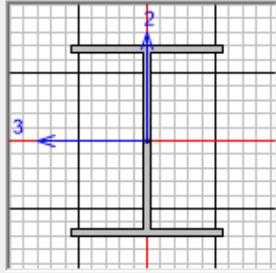
Web thickness (tw) :

Bottom flange width (t2b) :

Bottom flange thickness (tfb) :

Material:

Property Modifiers:

Section: 

Properties:

Section Name:

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0234"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="4.208E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.052E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.067E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="2.135E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="4.686E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.629E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="8.000E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2122"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.0133"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0956"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="2.680E-06"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

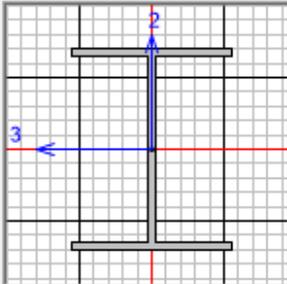
Section Name **Display Color**

Section Notes

Dimensions

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Outside height (t3) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.4"/> |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.016"/> |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.016"/> |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.4"/> |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.016"/> |

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0203"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="3.546E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="8.866E-04"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="8.541E-04"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="1.708E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="3.974E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.310E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="8.000E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.209"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.0107"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0918"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="1.690E-06"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

- MONTANTI

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

Outside height (t3)

Top flange width (t2)

Top flange thickness (tf)

Web thickness (tw)

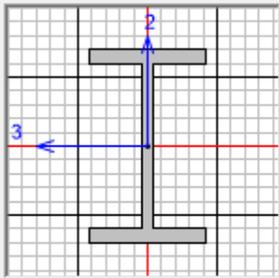
Bottom flange width (t2b)

Bottom flange thickness (tfb)

Material

Property Modifiers

Section



Properties

Section Name:

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0345"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="5.709E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.427E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.204E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="1.805E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="6.623E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.866E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="0.0125"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2034"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.02"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0723"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="1.383E-05"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

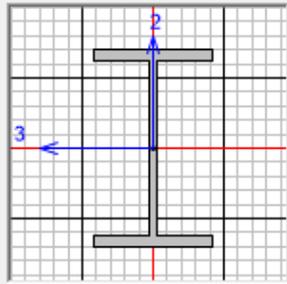
Section Name **Display Color**

Section Notes

Dimensions

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Outside height (t3) | <input type="text" value="0.5"/> |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.3"/> |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.03"/> |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.016"/> |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.3"/> |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.03"/> |

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.025"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="4.436E-03"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.109E-03"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="9.010E-04"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="1.352E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="5.004E-03"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.378E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="8.000E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.2104"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.015"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0735"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="5.647E-06"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

- CONTROVENTI inferiori

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

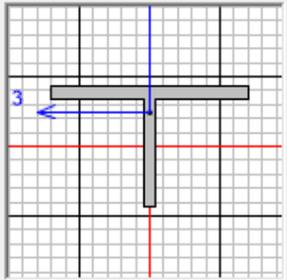
Outside stem (t3) :

Outside flange (t2) :

Flange thickness (tf) :

Stem thickness (tw) :

Section



Material:

Property Modifiers:

Properties:

Section Name:

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0201"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="5.326E-04"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="1.179E-04"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.059E-03"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="2.437E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="9.573E-04"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.626E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="7.000E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.0767"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.0115"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.1102"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="5.332E-06"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

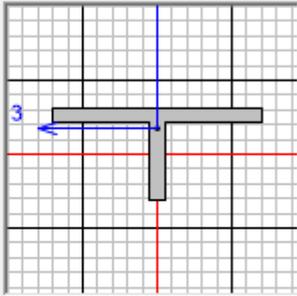
Section Name **Display Color** ■

Section Notes

Dimensions

| | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Outside stem (t3) | <input type="text" value="0.18"/> |
| Outside flange (t2) | <input type="text" value="0.4"/> |
| Flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.03"/> |
| Stem thickness (tw) | <input type="text" value="0.03"/> |

Section



Material

Property Modifiers

Properties

Section Name

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="0.0165"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="2.552E-04"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="3.585E-05"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="8.017E-04"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="1.603E-04"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="4.823E-04"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.234E-03"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="5.400E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.0466"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="0.01"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0986"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="4.816E-06"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

- CONTROVENTI superiori

Section Name: T-IPE500/5/ Display Color: 

Section Notes:

Extract Data from Section Property File

Open File...

Dimensions

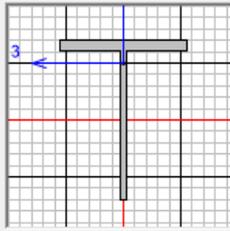
Outside stem (t3)

Outside flange (t2)

Flange thickness (tf)

Stem thickness (tw)

Section



Material

STEEL

Property Modifiers

Properties

Section Name:

Properties

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Cross-section (axial) area | <input type="text" value="5.776E-03"/> | Section modulus about 3 axis | <input type="text" value="1.717E-04"/> |
| Moment of Inertia about 3 axis | <input type="text" value="3.262E-05"/> | Section modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.071E-04"/> |
| Moment of Inertia about 2 axis | <input type="text" value="1.071E-05"/> | Plastic modulus about 3 axis | <input type="text" value="3.053E-04"/> |
| Product of Inertia about 2-3 | <input type="text" value="0."/> | Plastic modulus about 2 axis | <input type="text" value="1.679E-04"/> |
| Shear area in 2 direction | <input type="text" value="2.550E-03"/> | Radius of Gyration about 3 axis | <input type="text" value="0.0751"/> |
| Shear area in 3 direction | <input type="text" value="3.200E-03"/> | Radius of Gyration about 2 axis | <input type="text" value="0.0431"/> |
| Torsional constant | <input type="text" value="3.558E-07"/> | Shear Center Eccentricity (x3) | <input type="text" value="0."/> |

4 VERIFICHE SLU

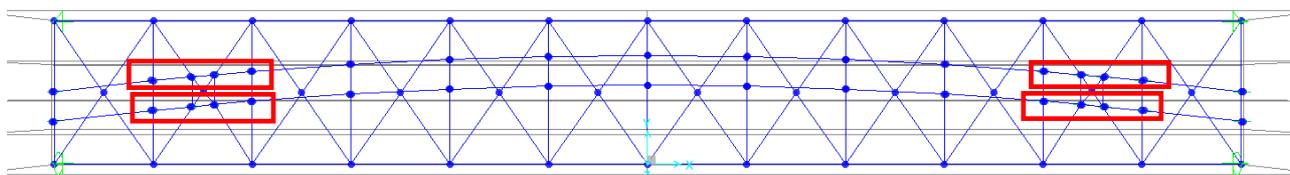
Si riportano di seguito le verifiche agli SLU dei singoli elementi costituenti l'impalcato.

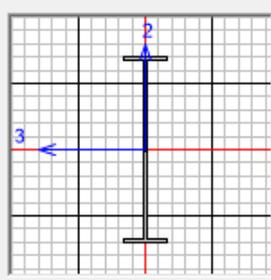
4.1 LONGHERINE

4.1.1 Verifiche di resistenza e di instabilità longherine - SLU

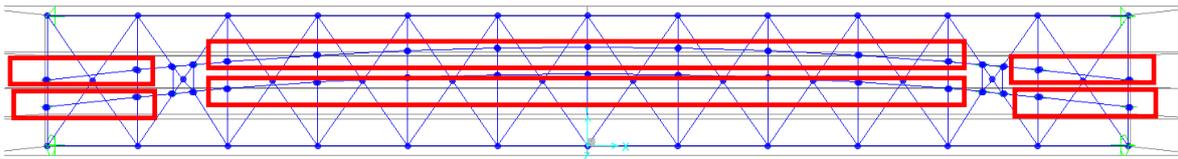
Le longherine vengono previste con i seguenti profili:

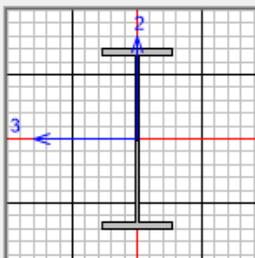
- Per i campi “di frenatura” previsti nei secondi campi dell'impalcato, vengono impiegati profili composti saldati (LONG_1300):



| | | | |
|----------------------------------|--|---|--|
| Section Name | LONG_1300 | Display Color | |
| Section Notes | Modify/Show Notes... | | |
| Dimensions | | Section | |
| Outside height (t3) | <input type="text" value="1.3"/> |  | |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.3"/> | | |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.028"/> | | |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.015"/> | | |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.3"/> | | |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.028"/> | | |
| Material | + STEEL | Properties | |
| Property Modifiers | | Section Properties... Time Dependent Properties... | |
| Set Modifiers... | | | |

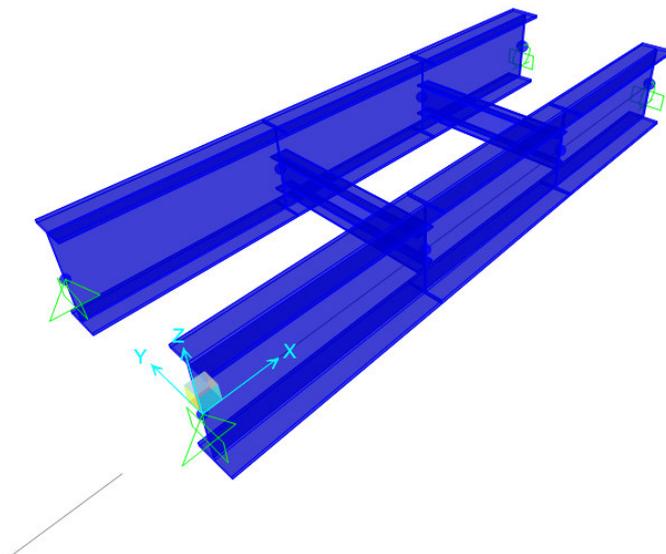
- Per tutti i campi, eccetto i suddetti campi di frenatura, vengono impiegati profili commerciali HEA800;



| | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Section Name | LONG_HEA800 | Display Color | ■ |
| Section Notes | Modify/Show Notes... | | |
| Dimensions | | Section | |
| Outside height (t3) | <input type="text" value="0.79"/> |  | |
| Top flange width (t2) | <input type="text" value="0.3"/> | | |
| Top flange thickness (tf) | <input type="text" value="0.028"/> | | |
| Web thickness (tw) | <input type="text" value="0.015"/> | | |
| Bottom flange width (t2b) | <input type="text" value="0.3"/> | | |
| Bottom flange thickness (tfb) | <input type="text" value="0.028"/> | | |
| Material | <input type="text" value="STEEL"/> | Properties | |
| Set Modifiers... | | Section Properties... | |
| | | Time Dependent Properties... | |

I risultati delle verifiche vengono riportati schematicamente di seguito, impiegando il coefficiente dinamico per effetti locali. Le verifiche tengono conto dell'effetto globale;

È stato realizzato il modello di calcolo del singolo elemento (HEA800) avente luce di calcolo pari a 5.070 m per effettuare le verifiche a allo SLU e a fatica delle longherine.



Per il dimensionamento delle longherine sono state considerate le seguenti combinazioni:

COMBO_SLU + N (globale)
 COMBO_SLU

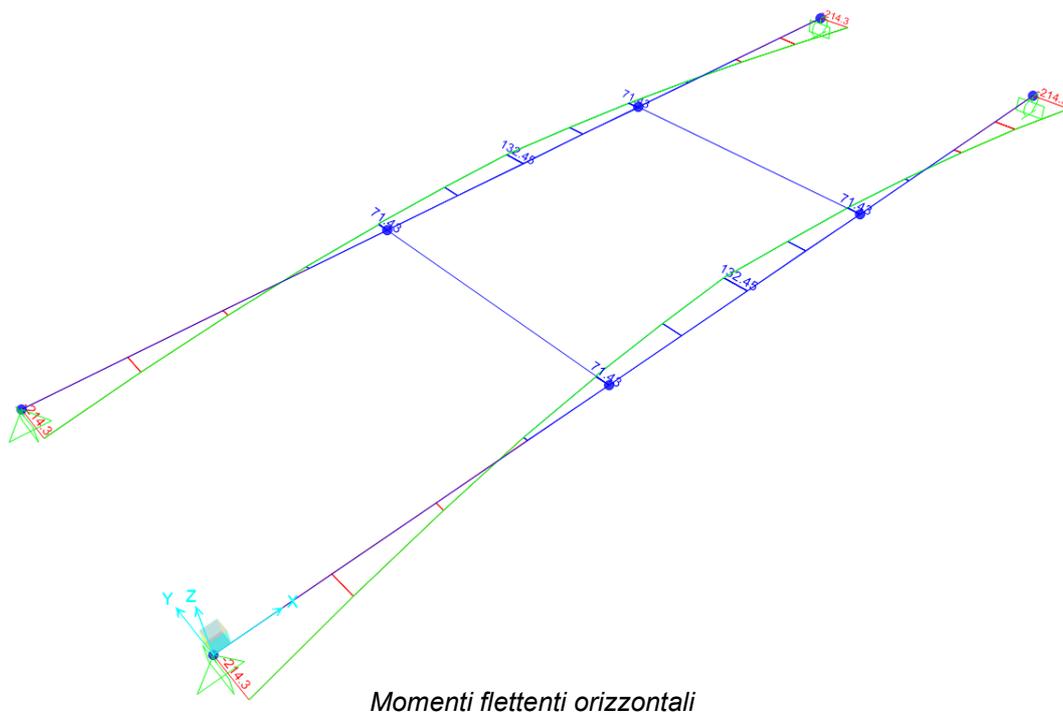
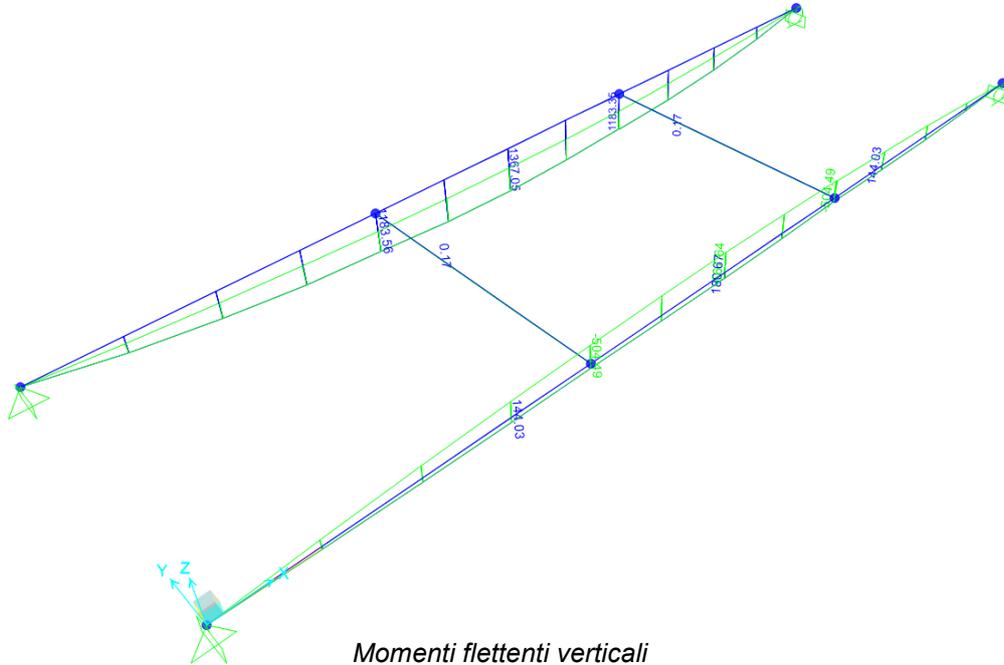
COMBO_SLU + N (globale)

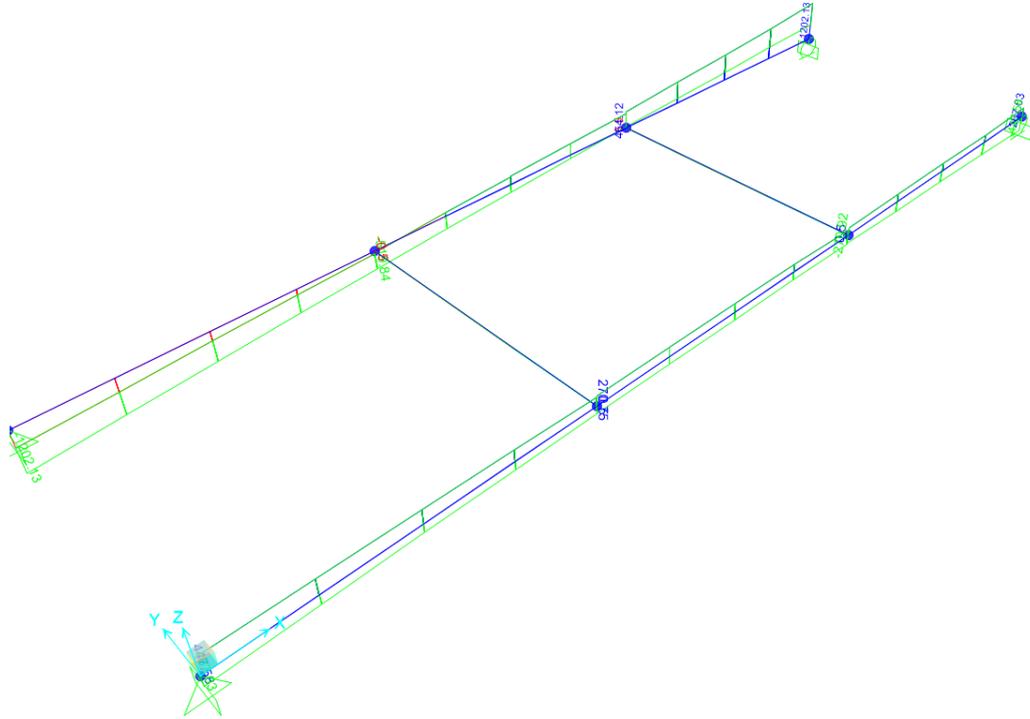
pesi propri x 1.35
 armamento x 1.5
 lm71 x 1.45
 centrifuga x 1.45
 serpeggio x 1.45
 vento x 0.9
 N (globale) x 1

COMBO_SLU

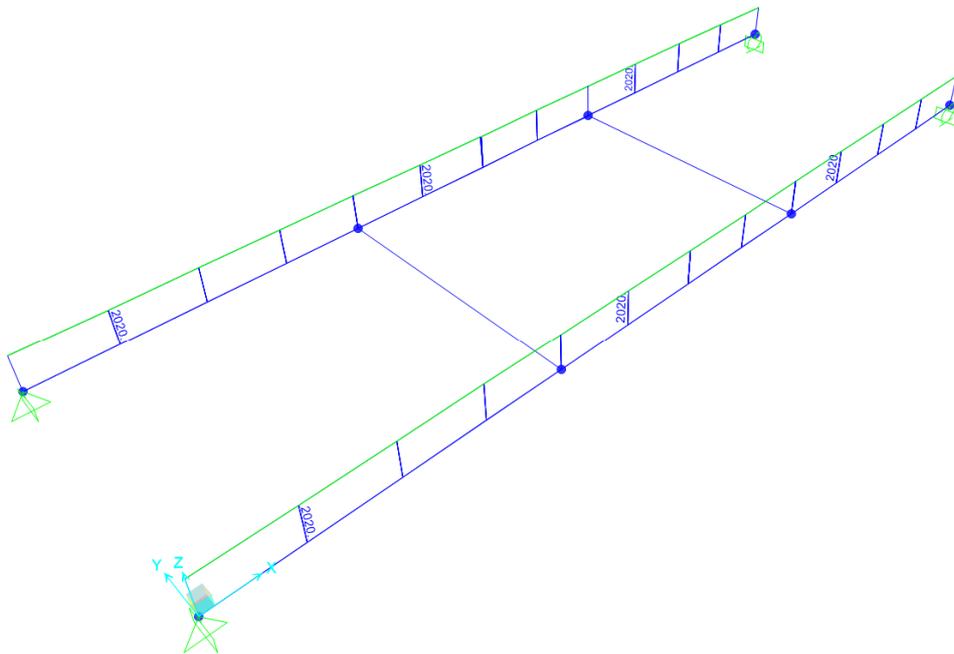
pesi propri x 1.35
 armamento x 1.5
 lm71 x 1.45
 centrifuga x 1.45
 serpeggio x 1.45
 vento x 0.9

TRAZIONE MAX EFFETTO GLOBALE: **2020** kN (valore già amplificato sul modello globale, del coeff. di combinazione)

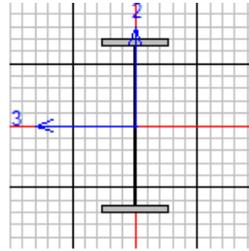




Sforzi di Taglio verticale



Sforzi Normali



Units KN, m, C

Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : KN, m, C

| | | | |
|---------------|--------------|----------------|---------------------|
| Frame : 5 | X Mid: 2.538 | Combo: SLU_ | Design Type: Beam |
| Length: 1.692 | Y Mid: 1.500 | Shape: HE800A | Frame Type: DCH-MRF |
| Loc : 1.692 | Z Mid: 0.000 | Class: Class 1 | Rolled : Yes |

| | | |
|----------------------|-------------------------|------------------|
| Interaction=Method B | MultiResponse=Envelopes | P-Delta Done? No |
| Consider Torsion? No | | |

| | | | |
|--------------|--------------|--------------|---------------|
| GammaM0=1.00 | GammaM1=1.00 | GammaM2=1.25 | |
| An/Ag=1.00 | RLLF=1.000 | PLLF=0.750 | D/C Lim=0.950 |

| | | | | |
|----------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| Aeff=0.029 | eNy=0.000 | eNz=0.000 | | |
| A=0.029 | Iyy=0.003 | iyy=0.326 | Wel,yy=0.008 | Weff,yy=0.008 |
| It=6.090E-06 | Izz=1.264E-04 | izz=0.066 | Wel,zz=8.427E-04 | Weff,zz=8.427E-04 |
| Iw=1.835E-05 | Iyz=0.000 | h=0.790 | Wpl,yy=0.009 | Av,y=0.018 |
| E=2100000000.0 | fy=355000.000 | fu=510000.000 | Wpl,zz=0.001 | Av,z=0.014 |

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Location | Ned | Med,yy | Med,zz | Ved,z | Ved,y | Ted |
|----------|-------|----------|--------|--------|---------|---------|
| 1.692 | 0.000 | 1183.338 | 71.434 | 40.780 | 104.391 | -23.344 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.695 = 0.000 + 0.424 + 0.271 < 0.950 OK

$$= NEd / (\chi_z N Rk / \Gamma_{M1}) + k_{zy} (M_y, Ed + NEd eNy) / (\chi_{LT} M_y, Rk / \Gamma_{M1}) + k_{zz} (M_z, Ed + NEd eNz) / (M_z, Rk / \Gamma_{M1})$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

| | Ned | Nc,Rd | Nt,Rd | | | | |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|-------|-------|-----------|
| | Force | Capacity | Capacity | | | | |
| Axial | 0.000 | 10153.000 | 10153.000 | | | | |
| | Npl,Rd | Nu,Rd | Ncr,T | Ncr,TF | An/Ag | | |
| | 10153.000 | 10501.920 | 124708.335 | 124708.335 | 1.000 | | |
| | Curve | Alpha | Ncr | LambdaBar | Phi | Chi | Nb,Rd |
| Major (y-y) | a | 0.210 | 244153.247 | 0.204 | 0.521 | 0.999 | 10144.281 |
| MajorB (y-y) | a | 0.210 | 244153.247 | 0.204 | 0.521 | 0.999 | 10144.281 |
| Minor (z-z) | b | 0.340 | 91545.401 | 0.333 | 0.578 | 0.952 | 9664.302 |
| MinorB (z-z) | b | 0.340 | 91545.401 | 0.333 | 0.578 | 0.952 | 9664.302 |
| Torsional TF | b | 0.340 | 124708.335 | 0.285 | 0.555 | 0.969 | 9842.959 |

MOMENT DESIGN

| | Med Moment | Med, span Moment | Mn, Ed Moment | Meq, Ed Moment |
|-------------|---------------|---------------------|------------------|-------------------|
| Major (y-y) | 1183.338 | 1367.047 | 1183.338 | 1367.047 |
| Minor (z-z) | 71.434 | 132.446 | 71.434 | 99.335 |

| | Mc, Rd Capacity | Mv, Rd Capacity | Mn, Rd Capacity | Mb, Rd Capacity |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Major (y-y) | 3088.145 | 3088.145 | 3088.145 | 3008.631 |
| Minor (z-z) | 465.760 | 465.760 | 465.760 | |

| | Curve c | AlphaLT | LambdaBarLT | PhiLT | ChiLT | psi | Mcr |
|-----|------------|---------|-------------|-------|-------|-------|-----------|
| LTB | | 0.490 | 0.292 | 0.565 | 0.974 | 1.017 | 36107.518 |

| | kyy | kyy | kzy | kzz |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| Factors | 0.993 | 0.572 | 0.933 | 0.954 |

SHEAR DESIGN

| | Ved Force | Ted Torsion | Vc, Rd Capacity | Stress Ratio | Status Check |
|-----------|--------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Major (z) | 454.122 | 9.720 | 2848.934 | 0.159 | OK |
| Minor (y) | 104.391 | 9.720 | 3605.233 | 0.029 | OK |

| | Vp1, Rd | Eta | LambdaBarW |
|-----------|----------|-------|------------|
| Reduction | 2848.934 | 1.000 | 0.604 |

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

| | VMajor Left | VMajor Right |
|------------|----------------|-----------------|
| Major (V2) | 519.845 | 454.122 |

4.1.2 Verifiche a fatica

Viene riportato un estratto della “Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari” che riassume il metodo utilizzato per effettuare le verifiche a fatica di tutti gli elementi della struttura.

E' possibile ricondurre la verifica a fatica ad una verifica convenzionale di resistenza, confrontando il delta ideale convenzionale di tensione di progetto, $\Delta\sigma_{E,d}$, descritto nel seguito, con la classe del particolare $\Delta\sigma_C$.

Il delta di tensione convenzionale di calcolo $\Delta\sigma_{E,d}$ è dato da:

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_{71}$$

Per essere in sicurezza nei riguardi della fatica dovrà verificarsi la seguente condizione:

$$\Delta\sigma_{E,d} \leq \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}}$$

esprimibile con identica forma anche in termini di tensioni tangenziali:

$$\Delta\tau_{E,d} \leq \frac{\Delta\tau_C}{\gamma_{Mf}}$$

Dove:

λ è un fattore di correzione i cui valori numerici sono definiti in 2.1;

$\Delta\sigma_{71}$ è la differenza di tensione tra i valori estremi σ_{\max} e σ_{\min} dovuti a sovraccarico teorico di calcolo adottato per il ponte (LM71) posto nella posizione più sfavorevole;

$\Delta\sigma_C$ è la resistenza alla fatica corrispondente a 2×10^6 cicli da ricavare sulle curve SN corrispondenti al particolare strutturale esaminato (Figure 1.5-1 e 1.5-3);

Il fattore di correzione è dato dalla seguente formula:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \quad \text{ma} \quad \lambda \leq \lambda_{\max}$$

Dove:

λ_1 è un fattore che, per differenti tipi di travature, porta in conto l'effetto di danneggiamento dovuto al traffico e dipende dalla lunghezza di influenza caratteristica dell'elemento da verificare;

λ_2 è un fattore che porta in conto il volume di traffico (definito in 2.2);

λ_3 è un fattore che porta in conto la vita di progetto del ponte (definito in 2.3);

λ_4 è un fattore da applicarsi quando l'elemento strutturale è caricato da più di un binario (definito in 2.4).

Nel caso che l'influenza dello spessore sulla resistenza a fatica non sia trascurabile (spessore $t > 25\text{mm}$), la classe del dettaglio deve essere ridotta secondo la formula:

$$\Delta\sigma_{C,red} = k_s \cdot \Delta\sigma_C$$

dove il coefficiente riduttivo k_s dipende dal dettaglio strutturale considerato ed i cui valori indicativi sono indicati, per alcuni dettagli costruttivi, nelle Tabelle dell'Allegato 2.

Dove non esplicitamente indicato il coefficiente k_s nelle tabelle sopraccitate, lo stesso può essere determinato con la seguente espressione:

$$k_s = \sqrt[4]{\frac{25}{t}} \leq 1.$$

Dove t è lo spessore in mm.

Analogamente si procederà per i Δ di tensione tangenziale.

SEZIONE MEZZERIA

| VERIFICA A FATICA DEL PROFILO - PRESSO-FLESSIONE | | | | | | Caratteristiche del profilo | | |
|---|----------|-------|--|----------|-------|-----------------------------|----------|---------|
| <i>Longherine - mezzeria - verifica a tenso-flessione (MEZZERIA)</i> | | | | | | A_{LORDA} | cm^2 | 286.00 |
| γ_{Mf} | - | | 1.35 | | | W_x | cm^3 | 7680.00 |
| $\Delta\sigma_c$ | N/mm^2 | | 125.00 | | | W_y | cm^3 | 843.00 |
| t | mm | | 28.00 | | | <i>Tensioni - LM71</i> | | |
| k_s | - | | 0.97 | | | <i>Locali</i> | | |
| $k_s \cdot \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | N/mm^2 | | 90.01 | | | M_k | KNm | 455.00 |
| <i>Longherine</i> | | | <i>Travi principali</i> | | | σ_M | N/mm^2 | 59.24 |
| λ_1 | - | 0.92 | λ_1 | - | 0.63 | <i>Globali</i> | | |
| λ_2 | - | 1.00 | λ_2 | - | 1.00 | N | KN | 450 |
| λ_3 | - | 1.00 | λ_3 | - | 1.00 | σ_N | N/mm^2 | 15.73 |
| λ_4 | - | 1.00 | λ_4 | - | 1.00 | | | |
| λ_{MAX} | - | 1.40 | λ_{MAX} | - | 1.40 | | | |
| λ_{Ed} | - | 0.92 | λ_{Ed} | - | 0.63 | | | |
| λ | - | 0.92 | λ | - | 0.63 | | | |
| $\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$ | N/mm^2 | 59.24 | $\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$ | N/mm^2 | 15.73 | | | |
| $\lambda_{loc} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc}$ | N/mm^2 | 54.51 | $\lambda_{glo} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$ | N/mm^2 | 9.91 | | | |
| $\lambda_{loc} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc} + \lambda_{glo} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$ | | | N/mm^2 | | | 64.42 | | |
| Verifica | | | | | | soddisfatta | | |

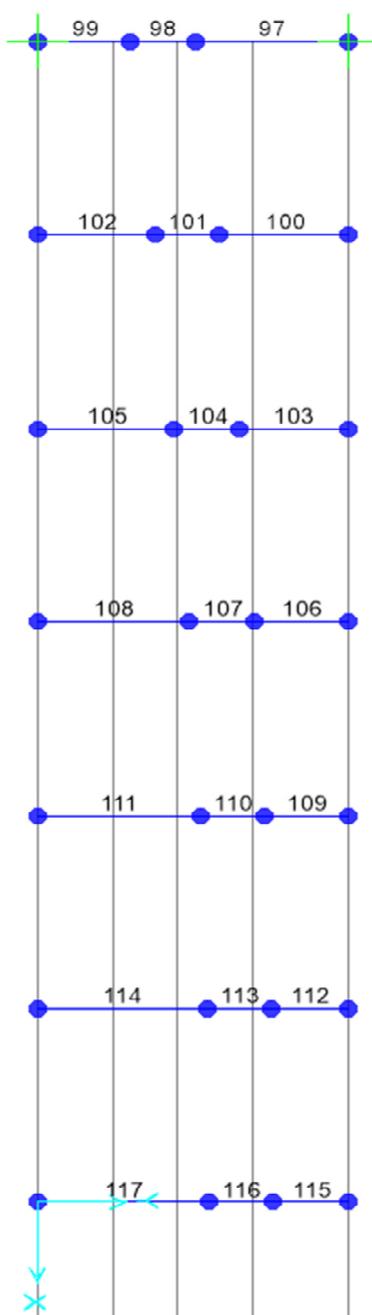
La verifica a fatica risulta pertanto soddisfatta.

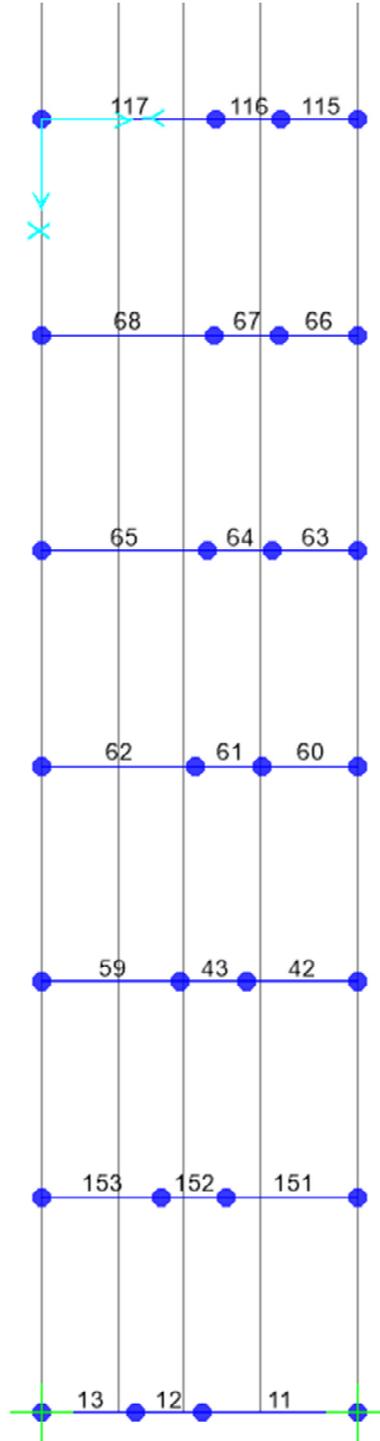
4.2 TRAVERSI

4.2.1 Verifiche di resistenza – SLU (metodo elastico)

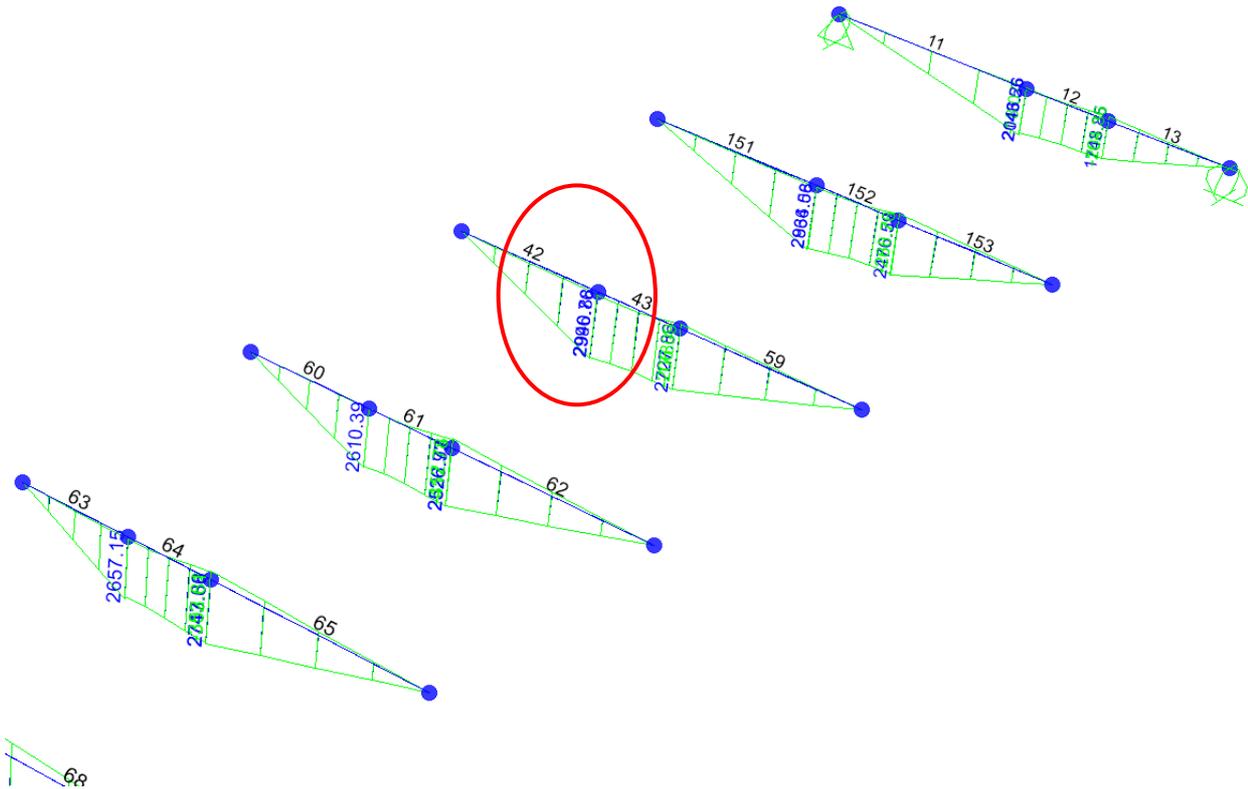
Si impiegano per i traversi, profili composti saldati dalle caratteristiche geometriche di seguito riportate:

Di seguito la numerazione degli elementi finiti relativi a tutti i traversi dell'impalcato (modello di calcolo SAP 2000: "62.5m_TRAVERSI").





TRAVERSO INTERMEDIO



La massima sollecitazione flettente sul piano verticale è stata riscontrata per l'elemento n°42. Si riporta di seguito uno stralcio del tabulato per le combinazioni di carico elementare e per l'involuppo delle combinazioni di carico

| Frame | Station | OutputCase | V2 | M3 |
|-------|---------|--------------|---------|---------|
| Text | m | Text | KN | KN-m |
| 42 | 0 | Peso proprio | -36.556 | 0 |
| 42 | 0.65 | Peso proprio | -33.888 | 22.8942 |
| 42 | 1.3 | Peso proprio | -31.219 | 44.0539 |
| 42 | 1.95 | Peso proprio | -28.55 | 63.479 |
| 42 | 2.6 | Peso proprio | -25.882 | 81.1694 |

| | | | | |
|----|------|-----|----------|-----------|
| 42 | 0 | SW2 | 18.264 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | 18.264 | -11.8717 |
| 42 | 1.3 | SW2 | 18.264 | -23.7434 |
| 42 | 1.95 | SW2 | 18.264 | -35.6151 |
| 42 | 2.6 | SW2 | 18.264 | -47.4868 |
| 42 | 0 | SW2 | -630.381 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -630.381 | 409.7473 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -630.381 | 819.4947 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -630.381 | 1229.242 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -630.381 | 1638.9893 |
| 42 | 0 | SW2 | 21.742 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | 21.742 | -14.1321 |
| 42 | 1.3 | SW2 | 21.742 | -28.2643 |
| 42 | 1.95 | SW2 | 21.742 | -42.3964 |
| 42 | 2.6 | SW2 | 21.742 | -56.5286 |
| 42 | 0 | SW2 | -666.627 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -666.627 | 433.3076 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -666.627 | 866.6152 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -666.627 | 1299.9229 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -666.627 | 1733.2305 |
| 42 | 0 | SW2 | -513.55 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -513.55 | 333.8072 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -513.55 | 667.6144 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -513.55 | 1001.4215 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -513.55 | 1335.2287 |
| 42 | 0 | SW2 | -70.073 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -70.073 | 45.5473 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -70.073 | 91.0945 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -70.073 | 136.6418 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -70.073 | 182.189 |
| 42 | 0 | SW2 | -414.435 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -414.435 | 269.3826 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -414.435 | 538.7652 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -414.435 | 808.1478 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -414.435 | 1077.5303 |
| 42 | 0 | SW2 | -210.758 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -210.758 | 136.9929 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -210.758 | 273.9857 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -210.758 | 410.9786 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -210.758 | 547.9714 |

| | | | | |
|----|------|-----------------|----------|-----------|
| 42 | 0 | SW2 | 0 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -17.518 | 45.5473 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -35.036 | 91.0945 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -52.555 | 136.6418 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -70.073 | 182.189 |
| 42 | 0 | SW2 | 0 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -128.387 | 333.8072 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -256.775 | 667.6144 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -385.162 | 1001.4215 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -513.55 | 1335.2287 |
| 42 | 0 | SW2 | 0 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | -166.657 | 433.3076 |
| 42 | 1.3 | SW2 | -333.314 | 866.6152 |
| 42 | 1.95 | SW2 | -499.97 | 1299.9229 |
| 42 | 2.6 | SW2 | -666.627 | 1733.2305 |
| 42 | 0 | SW2 | 0 | 0 |
| 42 | 0.65 | SW2 | 5.435 | -14.1321 |
| 42 | 1.3 | SW2 | 10.871 | -28.2643 |
| 42 | 1.95 | SW2 | 16.306 | -42.3964 |
| 42 | 2.6 | SW2 | 21.742 | -56.5286 |
| 42 | 0 | P_port+barriere | -22.288 | 0 |
| 42 | 0.65 | P_port+barriere | -21.3 | 14.1659 |
| 42 | 1.3 | P_port+barriere | -20.312 | 27.6896 |
| 42 | 1.95 | P_port+barriere | -19.324 | 40.5711 |
| 42 | 2.6 | P_port+barriere | -18.336 | 52.8103 |
| 42 | 0 | Vento_scarico | -1.068 | 0 |
| 42 | 0.65 | Vento_scarico | -1.068 | 0.6942 |
| 42 | 1.3 | Vento_scarico | -1.068 | 1.3883 |
| 42 | 1.95 | Vento_scarico | -1.068 | 2.0825 |
| 42 | 2.6 | Vento_scarico | -1.068 | 2.7766 |
| 42 | 0 | Vento_carico | -16.467 | 0 |
| 42 | 0.65 | Vento_carico | -16.467 | 10.7038 |
| 42 | 1.3 | Vento_carico | -16.467 | 21.4076 |
| 42 | 1.95 | Vento_carico | -16.467 | 32.1114 |
| 42 | 2.6 | Vento_carico | -16.467 | 42.8152 |
| 42 | 0 | LM71 ENV | 21.615 | 0 |
| 42 | 0.65 | LM71 ENV | 21.615 | 423.0111 |
| 42 | 1.3 | LM71 ENV | 21.615 | 846.0222 |
| 42 | 1.95 | LM71 ENV | 21.615 | 1269.0333 |
| 42 | 2.6 | LM71 ENV | 21.615 | 1692.0444 |

| | | | | |
|----|------|----------|----------|----------|
| 42 | 0 | LM71 ENV | -650.786 | 0 |
| 42 | 0.65 | LM71 ENV | -650.786 | -14.0499 |
| 42 | 1.3 | LM71 ENV | -650.786 | -28.0998 |
| 42 | 1.95 | LM71 ENV | -650.786 | -42.1497 |
| 42 | 2.6 | LM71 ENV | -650.786 | -56.1996 |

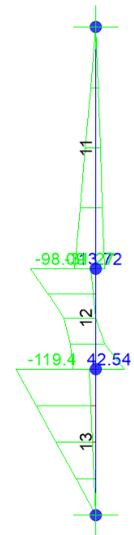
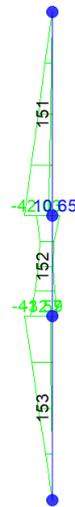
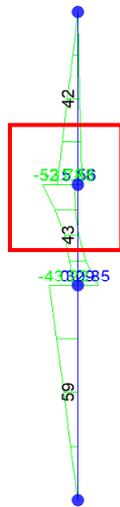
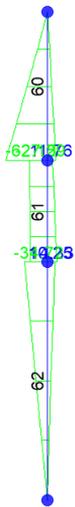
Dal modello dell'analisi locale dei traversi "62.5m_TRAVERSI" si ottengono le seguenti sollecitazioni di momento flettente nel piano orizzontale (V2;M3)

| TABLE: Element Forces - Frames | | | | | |
|---|---------|------------|----------|----------------|-----------------|
| Frame | Station | OutputCase | StepType | V2 | M3 |
| Text | m | Text | Text | KN | KN-m |
| 42 | 0 | INV_SLU | Max | -60.762 | 0 |
| 42 | 0.65 | INV_SLU | Max | -55.677 | 754.1472 |
| 42 | 1.3 | INV_SLU | Max | -50.593 | 1504.9895 |
| 42 | 1.95 | INV_SLU | Max | -45.508 | 2252.5267 |
| 42 | 2.6 | INV_SLU | Max | -40.423 | 2996.759 |
| 42 | 0 | INV_SLU | Min | -1162.769 | 0 |
| 42 | 0.65 | INV_SLU | Min | -1157.684 | 37.8427 |
| 42 | 1.3 | INV_SLU | Min | -1152.6 | 72.3804 |
| 42 | 1.95 | INV_SLU | Min | -1147.515 | 103.613 |
| 42 | 2.6 | INV_SLU | Min | -1142.43 | 131.5407 |

Dal modello dell'analisi globale "62.5m_GLOBALE" si ottengono le seguenti sollecitazioni nel piano orizzontale (P;V3;M2)

| TABLE: Element Forces - Frames | | | | | | | | | |
|---|---------|------------|----------|---------|---------|-------|-------|--------|-----------|
| Frame | Station | OutputCase | StepType | P | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
| Text | m | Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m |
| 42 | 0 | INV_SLU | Max | 806.016 | -62.509 | 12.03 | 0.107 | 0 | -2.6858 |
| 42 | 0.65 | INV_SLU | Max | 806.016 | -57.524 | 12.03 | 0.107 | 1.3888 | 592.2848 |
| 42 | 1.3 | INV_SLU | Max | 806.016 | -52.539 | 12.03 | 0.107 | 2.7776 | 1184.2023 |
| 42 | 1.95 | INV_SLU | Max | 806.016 | -47.553 | 12.03 | 0.107 | 4.1665 | 1772.8794 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|---------|-----|-----------------|----------|----------------|---------|-----------------|-----------|
| 42 | 2.6 | INV_SLU | Max | 806.016 | -42.568 | 12.03 | 0.107 | 5.5553 | 2358.3161 |
| 42 | 0 | INV_SLU | Min | -252.355 | -918.372 | -2.137 | -0.3346 | 0 | -7.8689 |
| 42 | 0.65 | INV_SLU | Min | -252.355 | -913.387 | -2.137 | -0.3346 | -7.8192 | 32.0254 |
| 42 | 1.3 | INV_SLU | Min | -252.355 | -908.402 | -2.137 | -0.3346 | -15.6384 | 67.9593 |
| 42 | 1.95 | INV_SLU | Min | -252.355 | -903.416 | -2.137 | -0.3346 | -23.4576 | 100.6528 |
| 42 | 2.6 | INV_SLU | Min | -252.355 | -898.431 | -2.137 | -0.3346 | -31.2768 | 130.1058 |
| 43 | 0 | INV_SLU | Max | 849.027 | 651.685 | 1.169 | 0.1336 | -4.5686 | 2310.9441 |
| 43 | 0.3825 | INV_SLU | Max | 849.027 | 654.619 | 1.169 | 0.1336 | -3.4286 | 2195.8252 |
| 43 | 0.765 | INV_SLU | Max | 849.027 | 657.553 | 1.169 | 0.1336 | 1.1757 | 2092.1172 |
| 43 | 1.1475 | INV_SLU | Max | 849.027 | 660.486 | 1.169 | 0.1336 | 12.2482 | 2077.3553 |
| 43 | 1.53 | INV_SLU | Max | 849.027 | 663.42 | 1.169 | 0.1336 | 30.849 | 2078.6876 |
| 43 | 0 | INV_SLU | Min | -249.461 | -298.144 | -52.641 | -0.4293 | -52.7803 | 131.0797 |
| 43 | 0.3825 | INV_SLU | Min | -249.461 | -295.21 | -52.641 | -0.4293 | -34.2783 | 116.8244 |
| 43 | 0.765 | INV_SLU | Min | -249.461 | -292.277 | -52.641 | -0.4293 | -19.7275 | 101.4469 |
| 43 | 1.1475 | INV_SLU | Min | -249.461 | -289.343 | -52.641 | -0.4293 | -12.4665 | -30.1291 |
| 43 | 1.53 | INV_SLU | Min | -249.461 | -286.409 | -52.641 | -0.4293 | -7.2376 | -176.4916 |



La massima sollecitazione flettente sul piano orizzontale è stata riscontrata per l'elemento 109

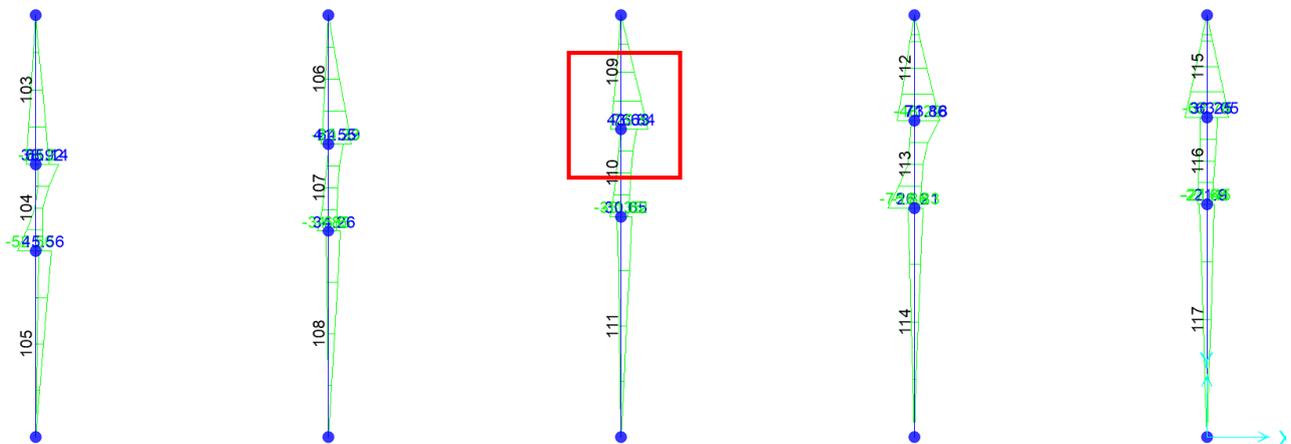


TABLE: Element Forces - Frames

| Frame | Station | OutputCase | CaseType | StepType | P | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-------|---------|------------|-------------|----------|----------|-----------|---------------|---------|----------------|-----------|
| Text | m | Text | Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m |
| 109 | 0 | INV_SLU | Combination | Max | -305.996 | -61.334 | 14.826 | 0.3651 | 0 | -2.3349 |
| 109 | 0.4975 | INV_SLU | Combination | Max | -305.996 | -57.518 | 14.826 | 0.3651 | 19.2095 | 526.4613 |
| 109 | 0.995 | INV_SLU | Combination | Max | -305.996 | -53.702 | 14.826 | 0.3651 | 38.4189 | 1053.3669 |
| 109 | 1.4925 | INV_SLU | Combination | Max | -305.996 | -49.887 | 14.826 | 0.3651 | 57.6284 | 1578.3741 |
| 109 | 1.99 | INV_SLU | Combination | Max | -305.996 | -46.071 | 14.826 | 0.3651 | 76.8379 | 2101.4831 |
| 109 | 0 | INV_SLU | Combination | Min | -867.388 | -1065.304 | -38.612 | -0.1795 | 0 | -7.8608 |
| 109 | 0.4975 | INV_SLU | Combination | Min | -867.388 | -1061.488 | -38.612 | -0.1795 | -7.3759 | 22.503 |

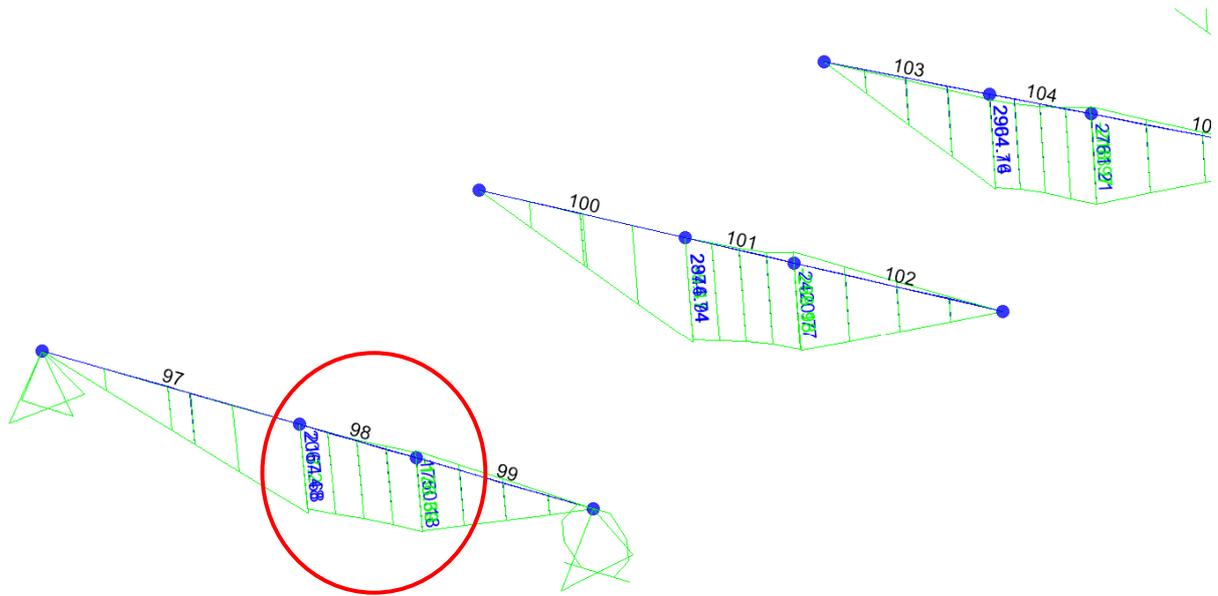


DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DELTRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

**TRAVATA RETICOLARE A VIA INFERIORE SINGOLO BIN.-
P.T.=60.84m**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|-------------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H | 03 | D 09 CL | VI 04 09 001 | A | 65 di 95 |

TRAVERSO DI TESTATA



La massima sollecitazione flettente sul piano verticale è stata riscontrata per l'elemento n°97. Si riporta di seguito uno stralcio del tabulato per le combinazioni di carico elementare e per l'involuppo delle combinazioni di carico

| Frame | Station | OutputCase | StepType | P | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-------|---------|------------|----------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Text | m | Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m |
| 11 | 0 | INV_SLU | Max | -190.5 | -17.17 | 8.592 | -7.55 | 0 | -0.74 |
| 11 | 0.91 | INV_SLU | Max | -190.5 | -10.2 | 8.592 | -7.55 | 3.43 | 432.1 |
| 11 | 1.82 | INV_SLU | Max | -190.5 | -3.215 | 8.592 | -7.55 | 6.861 | 858.7 |
| 11 | 2.73 | INV_SLU | Max | -190.5 | 3.764 | 8.592 | -7.55 | 10.29 | 1279 |
| 11 | 3.64 | INV_SLU | Max | -190.5 | 10.74 | 8.592 | -7.55 | 13.72 | 1693 |
| 11 | 0 | INV_SLU | Min | -1509 | -479.3 | -3.77 | -7.666 | 0 | -3.035 |
| 11 | 0.91 | INV_SLU | Min | -1509 | -472.3 | -3.77 | -7.666 | -7.818 | 10.18 |
| 11 | 1.82 | INV_SLU | Min | -1509 | -465.3 | -3.77 | -7.666 | -15.64 | 16.31 |
| 11 | 2.73 | INV_SLU | Min | -1509 | -458.4 | -3.77 | -7.666 | -23.46 | 16.09 |
| 11 | 3.64 | INV_SLU | Min | -1509 | -451.4 | -3.77 | -7.666 | -31.27 | 9.516 |
| 12 | 0 | INV_SLU | Max | -192.3 | 383.3 | 10.97 | 0.202 | -7.381 | 1607 |
| 12 | 0.383 | INV_SLU | Max | -192.3 | 386.2 | 10.97 | 0.202 | -3.635 | 1519 |
| 12 | 0.765 | INV_SLU | Max | -192.3 | 389.1 | 10.97 | 0.202 | 0.111 | 1435 |
| 12 | 1.148 | INV_SLU | Max | -192.3 | 392.1 | 10.97 | 0.202 | 13.86 | 1394 |

| | | | | | | | | | |
|----|-------|---------|-----|--------|-------------|--------|--------|--------|-------------|
| 12 | 1.53 | INV_SLU | Max | -192.3 | 395 | 10.97 | 0.202 | 42.54 | 1353 |
| 12 | 0 | INV_SLU | Min | -1315 | -127.1 | -85.95 | -0.985 | -98.09 | 7.682 |
| 12 | 0.383 | INV_SLU | Min | -1315 | -124.1 | -85.95 | -0.985 | -72.02 | 1.699 |
| 12 | 0.765 | INV_SLU | Min | -1315 | -121.2 | -85.95 | -0.985 | -47.59 | -14.27 |
| 12 | 1.148 | INV_SLU | Min | -1315 | -118.3 | -85.95 | -0.985 | -38.12 | -68.18 |
| 12 | 1.53 | INV_SLU | Min | -1315 | -115.3 | -85.95 | -0.985 | -34.41 | -128.2 |
| 13 | 0 | INV_SLU | Max | -184.7 | 600.5 | -4.431 | 8.773 | -9.748 | 1347 |
| 13 | 0.55 | INV_SLU | Max | -184.7 | 604.7 | -4.431 | 8.773 | -7.311 | 1016 |
| 13 | 1.1 | INV_SLU | Max | -184.7 | 609 | -4.431 | 8.773 | -4.874 | 682.2 |
| 13 | 1.65 | INV_SLU | Max | -184.7 | 613.2 | -4.431 | 8.773 | -2.437 | 346.2 |
| 13 | 2.2 | INV_SLU | Max | -184.7 | 617.4 | -4.431 | 8.773 | 7E-14 | 9.717 |
| 13 | 0 | INV_SLU | Min | -1154 | -88.5 | -54.27 | 8.631 | -119.4 | -170.3 |
| 13 | 0.55 | INV_SLU | Min | -1154 | -84.28 | -54.27 | 8.631 | -89.55 | -123 |
| 13 | 1.1 | INV_SLU | Min | -1154 | -80.06 | -54.27 | 8.631 | -59.7 | -77.9 |
| 13 | 1.65 | INV_SLU | Min | -1154 | -75.85 | -54.27 | 8.631 | -29.85 | -35.16 |
| 13 | 2.2 | INV_SLU | Min | -1154 | -71.63 | -54.27 | 8.631 | -7E-14 | 5.116 |
| 97 | 0 | INV_SLU | Max | -253.3 | -19.57 | 15.67 | 0.188 | 0 | -1.376 |
| 97 | 0.91 | INV_SLU | Max | -253.3 | -12.59 | 15.67 | 0.188 | 9.238 | 435.8 |
| 97 | 1.82 | INV_SLU | Max | -253.3 | -5.609 | 15.67 | 0.188 | 18.48 | 867 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Max | -253.3 | -3.155 | 15.67 | 0.188 | 21.72 | 1017 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Max | -253.3 | -3.155 | 15.67 | 0.188 | 21.72 | 1017 |
| 97 | 2.73 | INV_SLU | Max | -253.3 | 1.37 | 15.67 | 0.188 | 27.71 | 1292 |
| 97 | 3.64 | INV_SLU | Max | -253.3 | 8.35 | 15.67 | 0.188 | 36.95 | 1710 |
| 97 | 0 | INV_SLU | Min | -2206 | -484.3 | -10.15 | -0.153 | 0 | -3.934 |
| 97 | 0.91 | INV_SLU | Min | -2206 | -477.3 | -10.15 | -0.153 | -14.26 | 11.16 |
| 97 | 1.82 | INV_SLU | Min | -2206 | -470.3 | -10.15 | -0.153 | -28.52 | 19.48 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Min | -2206 | -467.9 | -10.15 | -0.153 | -33.54 | 20.89 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Min | -2206 | -467.9 | -10.15 | -0.153 | -33.54 | 20.89 |
| 97 | 2.73 | INV_SLU | Min | -2206 | -463.3 | -10.15 | -0.153 | -42.78 | 21.44 |
| 97 | 3.64 | INV_SLU | Min | -2206 | -456.4 | -10.15 | -0.153 | -57.04 | 17.06 |
| 98 | 0 | INV_SLU | Max | -256.1 | 381.4 | 25.16 | 0.779 | 48.79 | 1624 |
| 98 | 0.383 | INV_SLU | Max | -256.1 | 384.3 | 25.16 | 0.779 | 48.2 | 1536 |
| 98 | 0.765 | INV_SLU | Max | -256.1 | 387.3 | 25.16 | 0.779 | 56.35 | 1448 |
| 98 | 1.148 | INV_SLU | Max | -256.1 | 390.2 | 25.16 | 0.779 | 68.84 | 1397 |
| 98 | 1.53 | INV_SLU | Max | -256.1 | 393.1 | 25.16 | 0.779 | 81.33 | 1356 |
| 98 | 0 | INV_SLU | Min | -2023 | -126.9 | -40.37 | -0.239 | 3.856 | 14.82 |
| 98 | 0.383 | INV_SLU | Min | -2023 | -124 | -40.37 | -0.239 | 5.272 | 9.026 |
| 98 | 0.765 | INV_SLU | Min | -2023 | -121.1 | -40.37 | -0.239 | 0.372 | 1.929 |
| 98 | 1.148 | INV_SLU | Min | -2023 | -118.1 | -40.37 | -0.239 | -4.599 | -45.08 |
| 98 | 1.53 | INV_SLU | Min | -2023 | -115.2 | -40.37 | -0.239 | -9.573 | -104.3 |
| 99 | 0 | INV_SLU | Max | -247.7 | 601.4 | 78.38 | 0.303 | 172.4 | 1346 |
| 99 | 0.55 | INV_SLU | Max | -247.7 | 605.7 | 78.38 | 0.303 | 129.3 | 1014 |
| 99 | 1.1 | INV_SLU | Max | -247.7 | 609.9 | 78.38 | 0.303 | 86.22 | 680 |
| 99 | 1.65 | INV_SLU | Max | -247.7 | 614.1 | 78.38 | 0.303 | 43.11 | 343.5 |
| 99 | 2.2 | INV_SLU | Max | -247.7 | 618.3 | 78.38 | 0.303 | 4E-14 | 5.859 |
| 99 | 0 | INV_SLU | Min | -1874 | -76.6 | 13.35 | -0.224 | 29.37 | -147 |
| 99 | 0.55 | INV_SLU | Min | -1874 | -72.39 | 13.35 | -0.224 | 22.03 | -106.1 |
| 99 | 1.1 | INV_SLU | Min | -1874 | -68.17 | 13.35 | -0.224 | 14.68 | -67.51 |
| 99 | 1.65 | INV_SLU | Min | -1874 | -63.95 | 13.35 | -0.224 | 7.342 | -31.25 |
| 99 | 2.2 | INV_SLU | Min | -1874 | -59.73 | 13.35 | -0.224 | -8E-16 | 2.469 |

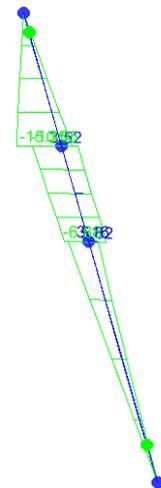
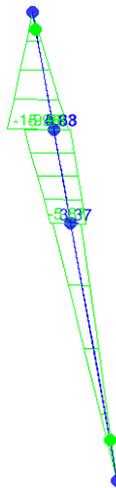
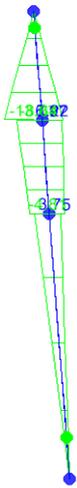
| TABLE: Element Forces - Frames | | | | | | | | | |
|---|---------|------------|----------|-----------|----------|---------------|---------|-----------------|-----------|
| Frame | Station | OutputCase | StepType | P | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
| Text | m | Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m |
| 97 | 0 | INV_SLU | Max | -253.266 | -19.568 | 15.671 | 0.1876 | 0 | -1.3762 |
| 97 | 0.91 | INV_SLU | Max | -253.266 | -12.589 | 15.671 | 0.1876 | 9.2379 | 435.8475 |
| 97 | 1.82 | INV_SLU | Max | -253.266 | -5.609 | 15.671 | 0.1876 | 18.4758 | 866.977 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Max | -253.266 | -3.155 | 15.671 | 0.1876 | 21.7242 | 1017.0735 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Max | -253.266 | -3.155 | 15.671 | 0.1876 | 21.7242 | 1017.0735 |
| 97 | 2.73 | INV_SLU | Max | -253.266 | 1.37 | 15.671 | 0.1876 | 27.7136 | 1291.7551 |
| 97 | 3.64 | INV_SLU | Max | -253.266 | 8.35 | 15.671 | 0.1876 | 36.9515 | 1710.1819 |
| 97 | 0 | INV_SLU | Min | -2205.521 | -484.287 | -10.152 | -0.1534 | 0 | -3.9335 |
| 97 | 0.91 | INV_SLU | Min | -2205.521 | -477.308 | -10.152 | -0.1534 | -14.2607 | 11.1569 |
| 97 | 1.82 | INV_SLU | Min | -2205.521 | -470.328 | -10.152 | -0.1534 | -28.5214 | 19.4761 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Min | -2205.521 | -467.874 | -10.152 | -0.1534 | -33.5361 | 20.8922 |
| 97 | 2.14 | INV_SLU | Min | -2205.521 | -467.874 | -10.152 | -0.1534 | -33.5361 | 20.8922 |
| 97 | 2.73 | INV_SLU | Min | -2205.521 | -463.349 | -10.152 | -0.1534 | -42.7821 | 21.4441 |
| 97 | 3.64 | INV_SLU | Min | -2205.521 | -456.369 | -10.152 | -0.1534 | -57.0428 | 17.0607 |
| 98 | 0 | INV_SLU | Max | -256.088 | 381.39 | 25.162 | 0.7786 | 48.7937 | 1624.4015 |
| 98 | 0.383 | INV_SLU | Max | -256.088 | 384.324 | 25.162 | 0.7786 | 48.2043 | 1536.4264 |
| 98 | 0.765 | INV_SLU | Max | -256.088 | 387.257 | 25.162 | 0.7786 | 56.3503 | 1447.8825 |
| 98 | 1.148 | INV_SLU | Max | -256.088 | 390.191 | 25.162 | 0.7786 | 68.8378 | 1397.0083 |
| 98 | 1.53 | INV_SLU | Max | -256.088 | 393.125 | 25.162 | 0.7786 | 81.3252 | 1356.1384 |
| 98 | 0 | INV_SLU | Min | -2023.423 | -126.922 | -40.371 | -0.2387 | 3.8557 | 14.82 |
| 98 | 0.383 | INV_SLU | Min | -2023.423 | -123.989 | -40.371 | -0.2387 | 5.2717 | 9.0261 |
| 98 | 0.765 | INV_SLU | Min | -2023.423 | -121.055 | -40.371 | -0.2387 | 0.3717 | 1.9288 |
| 98 | 1.148 | INV_SLU | Min | -2023.423 | -118.121 | -40.371 | -0.2387 | -4.5989 | -45.0824 |
| 98 | 1.53 | INV_SLU | Min | -2023.423 | -115.188 | -40.371 | -0.2387 | -9.573 | -104.3422 |
| 99 | 0 | INV_SLU | Max | -247.679 | 601.436 | 78.382 | 0.3034 | 172.4399 | 1346.0689 |
| 99 | 0.55 | INV_SLU | Max | -247.679 | 605.655 | 78.382 | 0.3034 | 129.3299 | 1014.1882 |
| 99 | 1.1 | INV_SLU | Max | -247.679 | 609.873 | 78.382 | 0.3034 | 86.2199 | 679.9875 |
| 99 | 1.65 | INV_SLU | Max | -247.679 | 614.091 | 78.382 | 0.3034 | 43.11 | 343.4666 |
| 99 | 2.2 | INV_SLU | Max | -247.679 | 618.31 | 78.382 | 0.3034 | 4.312E-14 | 5.859 |
| 99 | 0 | INV_SLU | Min | -1873.968 | -76.604 | 13.349 | -0.2242 | 29.3685 | -146.989 |
| 99 | 0.55 | INV_SLU | Min | -1873.968 | -72.386 | 13.349 | -0.2242 | 22.0264 | -106.0876 |
| 99 | 1.1 | INV_SLU | Min | -1873.968 | -68.167 | 13.349 | -0.2242 | 14.6843 | -67.5063 |
| 99 | 1.65 | INV_SLU | Min | -1873.968 | -63.949 | 13.349 | -0.2242 | 7.3421 | -31.2452 |
| 99 | 2.2 | INV_SLU | Min | -1873.968 | -59.73 | 13.349 | -0.2242 | -7.828E-16 | 2.4686 |

| TRAVERSO DI TESTATA | | |
|---|--------------------|--------------|
| <i>Caratteristiche del profilo forato</i> | | |
| A_{NETTA} | cm ² | 784.80 |
| $A_{anima,NETTA}$ | cm ² | 256.80 |
| $A_{ali,NETTA}$ | cm ² | 528.00 |
| $W_{x,NETTA}$ | cm ³ | 35294 |
| $W_{y,NETTA}$ | cm ³ | 4844 |
| <i>Locali</i> | | |
| M_x | KNm | 1710 |
| T_y | kN | 8 |
| σ_{Mx} | N/mm ² | 48.45 |
| τ_y | N/mm ² | 0.33 |
| $\sigma_{ID_ (anima-piatt.)}$ | N/mm ² | 48.45 |
| <i>Globali</i> | | |
| N | KN | 248 |
| M_y | KNm | 172.40 |
| T_x | kN | 78.40 |
| σ_N | N/mm ² | 3.16 |
| σ_{My} | N/mm ² | 35.59 |
| τ_x | N/mm ² | 1.48 |
| σ_{tot} | N/mm ² | 87.20 |
| $\sigma_{ID_ (bordo ala)}$ | N/mm ² | 87.24 |
| $\gamma_{M0} =$ | - | 1.05 |
| $f_{yk} =$ | N/mm ² | 355 |
| $f_{yd} =$ | N/mm ² | 338 |
| Verifica | soddisfatta | |

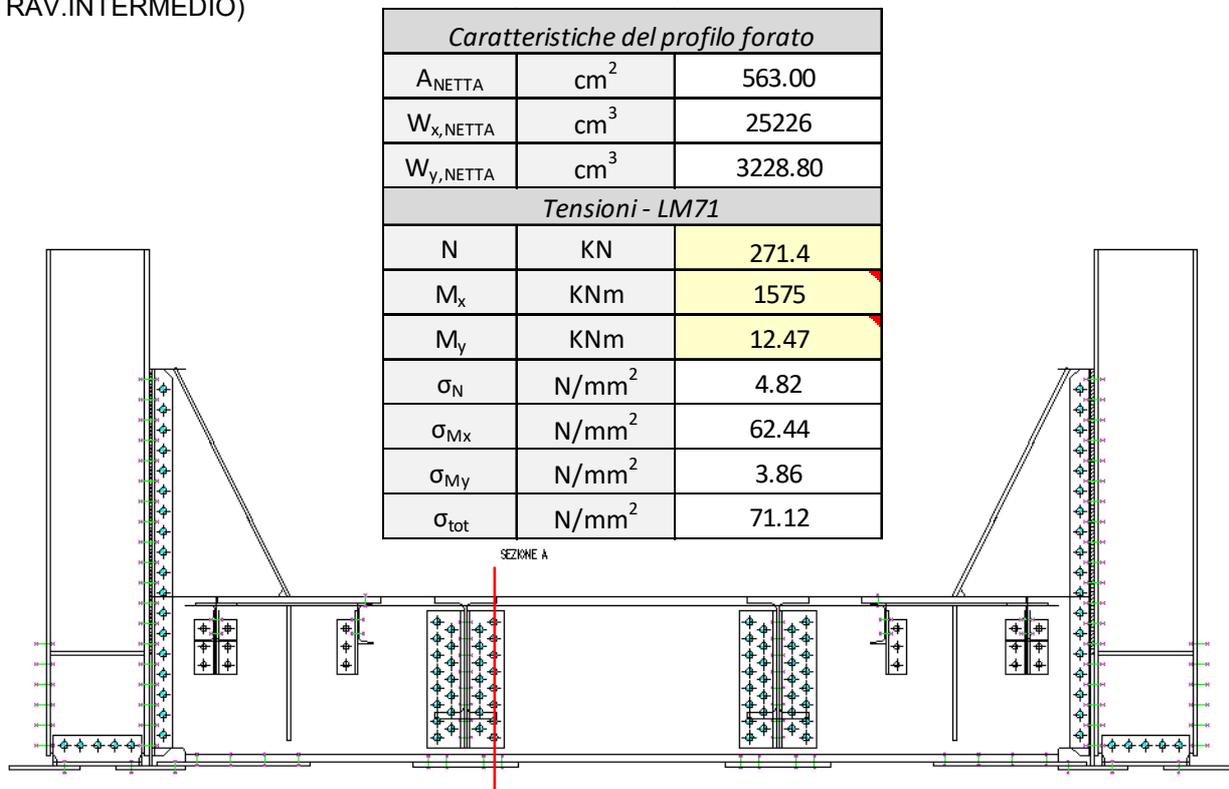
| TRAVERSO INTERMEDIO | | |
|------------------------------------|--------------------|---------------|
| <i>Caratteristiche del profilo</i> | | |
| A_{NETTA} | cm ² | 563.00 |
| $A_{anima,NETTA}$ | cm ² | 211.00 |
| $A_{ali,NETTA}$ | cm ² | 352.00 |
| $W_{x,NETTA}$ | cm ³ | 25226 |
| $W_{y,NETTA}$ | cm ³ | 3228.80 |
| <i>Locali</i> | | |
| M_x | KNm | 2997 |
| T_y | kN | 41 |
| σ_{Mx} | N/mm ² | 118.81 |
| τ_y | N/mm ² | 1.94 |
| $\sigma_{ID_ (anima-piatt.)}$ | N/mm ² | 118.86 |
| <i>Globali</i> | | |
| N | KN | 306 |
| M_y | KNm | 76.83 |
| T_x | kN | 14.90 |
| σ_N | N/mm ² | 5.44 |
| σ_{My} | N/mm ² | 23.80 |
| τ_x | N/mm ² | 0.42 |
| σ_{tot} | N/mm ² | 148.04 |
| $\sigma_{ID_ (bordo ala)}$ | N/mm ² | 148.04 |
| $\gamma_{M0} =$ | - | 1.05 |
| $f_{yk} =$ | N/mm ² | 355 |
| $f_{yd} =$ | N/mm ² | 338 |
| Verifica | soddisfatta | |

4.2.2 Verifiche a fatica

TRAVERSO INTERMEDIO

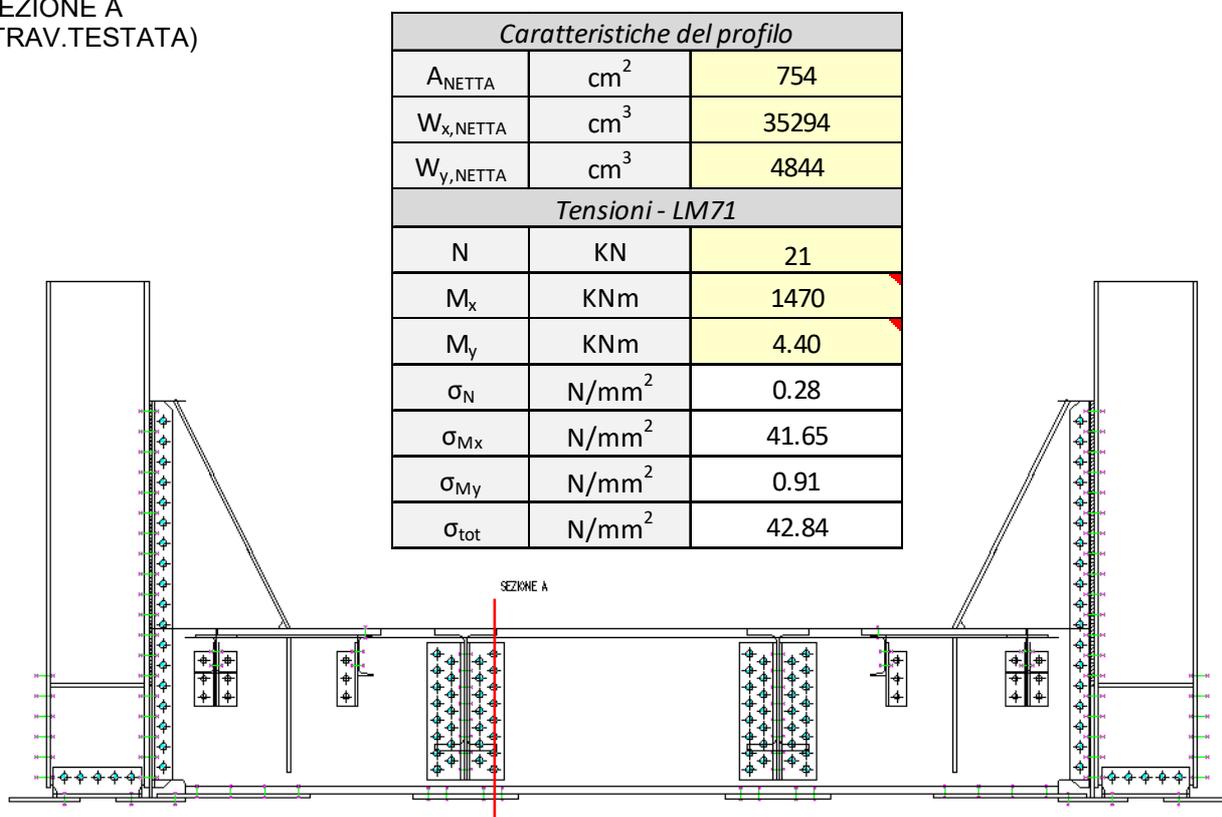


SEZIONE A
(TRAV.INTERMEDIO)



| VERIFICA A FATICA DEL PROFILO BULLONATO | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--|-------------------|--------------------|
| VERIFICA A FATICA - trasversi - verifica del profilo forato (SEZIONE A) - traverso intermedio | | | | | |
| γ_{Mf} | | - | | | 1.35 |
| $\Delta\sigma_C$ | | N/mm ² | | | 90.00 |
| t | | mm | | | 40.00 |
| k_s | | - | | | 0.89 |
| $k_s \cdot \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}$ | | N/mm ² | | | 59.28 |
| EFFETTI LOCALI | | | EFFETTI GLOBALI | | |
| λ_1 | - | 0.77 | λ_1 | - | 0.63 |
| λ_2 | - | 1.00 | λ_2 | - | 1.00 |
| λ_3 | - | 1.00 | λ_3 | - | 1.00 |
| λ_4 | - | 1.00 | λ_4 | - | 1.00 |
| λ_{MAX} | - | 1.40 | λ_{MAX} | - | 1.40 |
| λ_{Ed} | - | 0.77 | λ_{Ed} | - | 0.63 |
| λ | - | 0.77 | λ | - | 0.63 |
| $\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$ | N/mm ² | 62.44 | $\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$ | N/mm ² | 8.68 |
| $\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc}$ | N/mm ² | 48.20 | $\lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$ | N/mm ² | 5.47 |
| $\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc} + \lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$ | | | N/mm ² | | 53.67 |
| Verifica | | | | | soddisfatta |

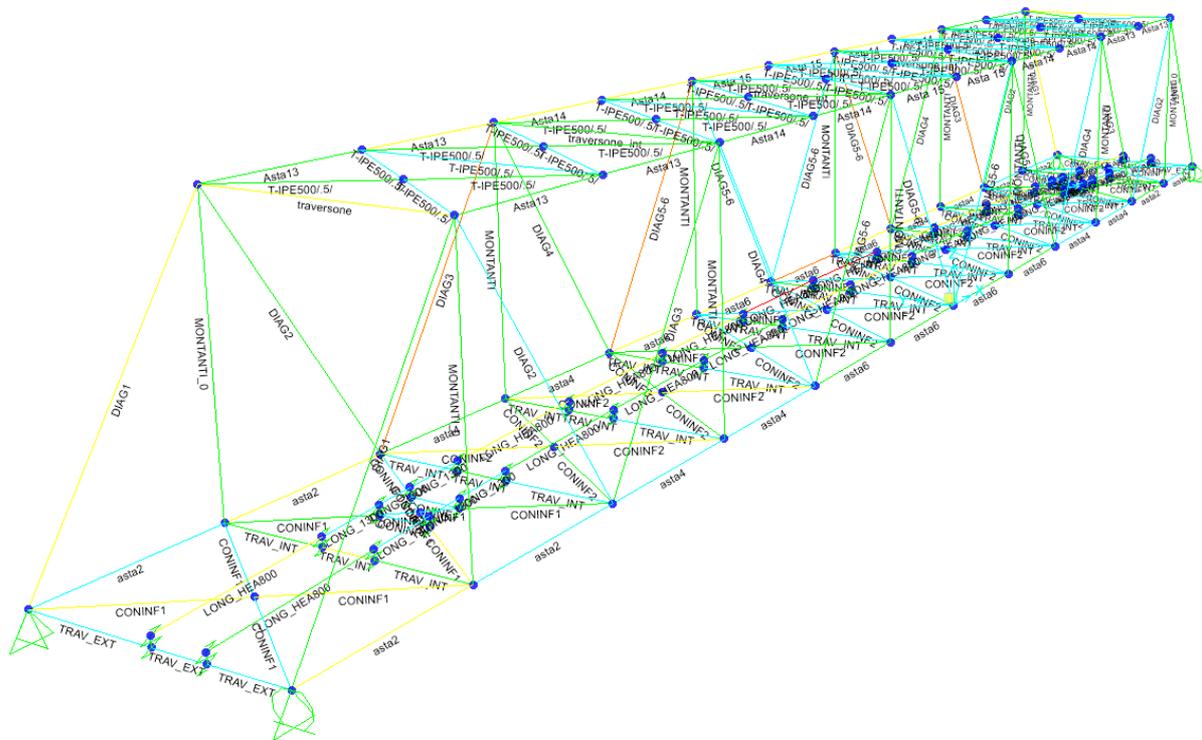
SEZIONE A
(TRAV.TESTATA)



| VERIFICA A FATICA DEL PROFILO BULLONATO | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--|-------------------|--------------------|
| VERIFICA A FATICA - trasversi - verifica del profilo forato (SEZIONE A) - traverso di testata | | | | | |
| γ_{Mf} | | - | | | 1.35 |
| $\Delta\sigma_C$ | | N/mm ² | | | 90.00 |
| t | | mm | | | 60.00 |
| k_s | | - | | | 0.80 |
| $k_s \cdot \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}$ | | N/mm ² | | | 53.56 |
| EFFETTI LOCALI | | | EFFETTI GLOBALI | | |
| λ_1 | - | 1.15 | λ_1 | - | 1.15 |
| λ_2 | - | 1.00 | λ_2 | - | 1.00 |
| λ_3 | - | 1.00 | λ_3 | - | 1.00 |
| λ_4 | - | 1.00 | λ_4 | - | 1.00 |
| λ_{MAX} | - | 1.40 | λ_{MAX} | - | 1.40 |
| λ_{Ed} | - | 1.15 | λ_{Ed} | - | 1.15 |
| λ | - | 1.15 | λ | - | 1.15 |
| $\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$ | N/mm ² | 41.65 | $\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$ | N/mm ² | 1.19 |
| $\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc}$ | N/mm ² | 47.90 | $\lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$ | N/mm ² | 1.36 |
| $\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc} + \lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$ | | | N/mm ² | | 49.26 |
| Verifica | | | | | soddisfatta |

4.3 TRAVI PRINCIPALI E CONTROVENTI

4.3.1 Verifiche di resistenza e di instabilità travi principali - SLU



Le verifiche di resistenza ed instabilità degli elementi costituenti le pareti, risultano soddisfatte. Di seguito si riportano i coefficienti relativi ai tassi di lavoro ("Ratio" <1) per tutti gli elementi costituenti le pareti della travata metallica ed i controventi (superiori ed inferiori).

| Frame | DesignSect | DesignType | Ratio | Combo | Location |
|-------|------------|------------|-----------------|---------|----------|
| Text | Text | Text | Unitless | Text | m |
| 1 | asta2 | Beam | 0.701673 | SLU06 | 2.5375 |
| 2 | asta2 | Beam | 0.469402 | SLU06 | 5.075 |
| 3 | asta4 | Beam | 0.47277 | SLU04- | 2.5375 |
| 4 | asta4 | Beam | 0.471349 | SLU04- | 2.5375 |
| 5 | asta6 | Beam | 0.535946 | SLU04- | 3.80625 |
| 6 | asta6 | Beam | 0.534593 | SLU04- | 2.5375 |
| 7 | asta6 | Beam | 0.525498 | SLU04- | 2.5375 |
| 8 | asta6 | Beam | 0.513832 | SLU04- | 1.26875 |
| 9 | asta4 | Beam | 0.429368 | SISMA05 | 3.80625 |
| 10 | asta4 | Beam | 0.426197 | SLU04- | 2.5375 |
| 15 | MONTANTI_0 | Column | 0.65063 | SISMA05 | 0.41538 |
| 16 | MONTANTI | Column | 0.580796 | SISMA05 | 0.41538 |
| 17 | MONTANTI | Column | 0.56157 | SISMA05 | 0.41538 |
| 18 | MONTANTI | Column | 0.568701 | SISMA05 | 0.41538 |
| 19 | MONTANTI | Column | 0.57773 | SISMA05 | 0.41538 |
| 20 | DIAG1 | Brace | 0.612229 | SLU02- | 0.82943 |
| 21 | DIAG2 | Brace | 0.457947 | SLU04- | 0.82943 |
| 22 | DIAG3 | Brace | 0.643892 | SLU04- | 0.82943 |
| 23 | DIAG4 | Brace | 0.374732 | SLU04- | 4.77927 |
| 24 | DIAG5-6 | Brace | 0.62616 | SLU02- | 0.82943 |
| 25 | DIAG5-6 | Brace | 0.201929 | SLU02- | 4.77927 |
| 26 | DIAG5-6 | Brace | 0.204516 | SLU04- | 4.77927 |
| 28 | DIAG5-6 | Brace | 0.634015 | SLU02- | 8.72911 |
| 29 | DIAG4 | Brace | 0.377056 | SLU04- | 4.77927 |
| 30 | DIAG3 | Brace | 0.653411 | SLU02- | 8.72911 |
| 27 | asta2 | Beam | 0.492697 | SISMA08 | 5.075 |
| 31 | asta2 | Beam | 0.703876 | SLU06 | 0 |
| 32 | asta4 | Beam | 0.526765 | SLU04- | 2.5375 |
| 33 | asta4 | Beam | 0.563058 | SLU02 | 2.5375 |
| 34 | asta6 | Beam | 0.799747 | SLU06 | 3.80625 |
| 35 | asta6 | Beam | 0.862427 | SLU06 | 1.26875 |
| 36 | asta6 | Beam | 0.904245 | SLU06 | 3.80625 |

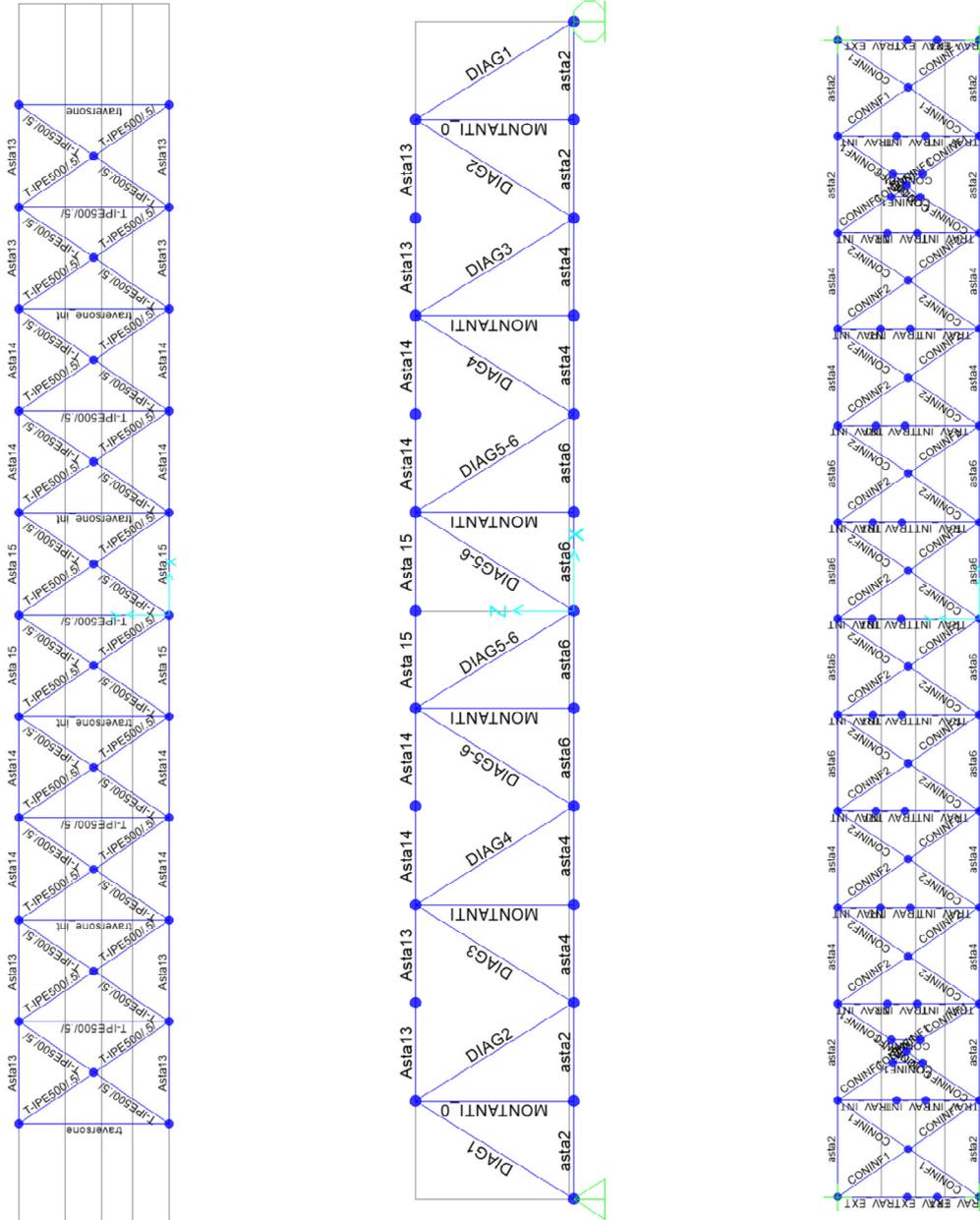
| | | | | | |
|----|----------------|--------|-----------------|---------|---------|
| 37 | asta6 | Beam | 0.899649 | SLU06 | 1.26875 |
| 38 | asta4 | Beam | 0.740754 | SLU06 | 3.80625 |
| 39 | asta4 | Beam | 0.709968 | SLU06 | 1.26875 |
| 44 | MONTANTI_0 | Column | 0.659652 | SISMA05 | 0.41538 |
| 45 | MONTANTI | Column | 0.580775 | SISMA02 | 0.41538 |
| 46 | MONTANTI | Column | 0.550893 | SISMA05 | 0.41538 |
| 47 | MONTANTI | Column | 0.558032 | SISMA05 | 0.41538 |
| 48 | MONTANTI | Column | 0.567263 | SISMA02 | 0.41538 |
| 49 | DIAG1 | Brace | 0.880967 | SLU02 | 0.82943 |
| 50 | DIAG2 | Brace | 0.658346 | SLU02 | 0.82943 |
| 51 | DIAG3 | Brace | 0.964518 | SLU02 | 0.82943 |
| 52 | DIAG4 | Brace | 0.555542 | SLU02 | 4.77927 |
| 53 | DIAG5-6 | Brace | 0.952984 | SLU02 | 0.82943 |
| 54 | DIAG5-6 | Brace | 0.30643 | SLU02 | 4.77927 |
| 55 | DIAG5-6 | Brace | 0.301202 | SLU02 | 4.77927 |
| 56 | DIAG5-6 | Brace | 0.930909 | SLU02 | 8.72911 |
| 57 | DIAG4 | Brace | 0.549137 | SLU02 | 4.77927 |
| 58 | DIAG3 | Brace | 0.943254 | SLU02 | 8.72911 |
| 72 | Asta13 | Beam | 0.5117 | SLU04- | 0 |
| 73 | Asta13 | Beam | 0.51239 | SLU04- | 0 |
| 74 | Asta14 | Beam | 0.622584 | SLU04- | 1.26875 |
| 75 | Asta14 | Beam | 0.62386 | SLU04- | 0 |
| 76 | Asta 15 | Beam | 0.639475 | SLU04- | 2.5375 |
| 77 | Asta 15 | Beam | 0.640194 | SLU02- | 0 |
| 78 | Asta14 | Beam | 0.624697 | SLU02- | 2.5375 |
| 79 | Asta14 | Beam | 0.624726 | SLU02- | 0 |
| 80 | Asta13 | Beam | 0.695674 | SLU02 | 0 |
| 81 | Asta13 | Beam | 0.703247 | SLU02 | 1.26875 |
| 82 | Asta14 | Beam | 0.858391 | SLU02 | 0 |
| 83 | Asta14 | Beam | 0.854594 | SLU02 | 1.26875 |
| 84 | Asta 15 | Beam | 0.874739 | SLU02 | 0 |
| 85 | Asta 15 | Beam | 0.871379 | SLU02 | 1.26875 |
| 86 | Asta14 | Beam | 0.849495 | SLU02 | 0 |
| 87 | Asta14 | Beam | 0.847467 | SLU02 | 1.26875 |
| 88 | traversone | Beam | 0.789149 | SISMA05 | 0 |
| 89 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.168728 | SLU04- | 3.685 |
| 90 | traversone_int | Beam | 0.688437 | SISMA05 | 0 |
| 91 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.18762 | SLU04- | 3.685 |
| 92 | traversone_int | Beam | 0.647423 | SISMA05 | 0 |
| 93 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.188182 | SLU04- | 3.685 |

| | | | | | |
|-----|----------------|------|-----------------|---------|---------|
| 94 | traversone_int | Beam | 0.65219 | SISMA05 | 0 |
| 95 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.187554 | SLU02 | 3.685 |
| 96 | traversone_int | Beam | 0.674893 | SISMA05 | 0 |
| 140 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.403843 | SISMA08 | 0 |
| 149 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.448368 | SISMA05 | 0 |
| 150 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.525298 | SLU06 | 2.23708 |
| 159 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.500584 | SLU06 | 0 |
| 160 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.3693 | SISMA05 | 2.23708 |
| 169 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.354324 | SISMA05 | 0 |
| 195 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.556376 | SLU06 | 3.35562 |
| 196 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.546656 | SLU06 | 0 |
| 197 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.386528 | SLU04- | 2.23708 |
| 198 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.394164 | SLU04- | 0 |
| 199 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.464574 | SLU02 | 3.35562 |
| 200 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.454989 | SLU02 | 0 |
| 201 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.444285 | SLU02 | 2.23708 |
| 202 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.453507 | SLU02 | 0 |
| 203 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.365073 | SLU02- | 2.23708 |
| 204 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.374964 | SLU02- | 0 |
| 205 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.585869 | SLU06 | 0 |
| 206 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.511874 | SLU06 | 0 |
| 207 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.323569 | SISMA08 | 0 |
| 208 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.297171 | SISMA08 | 3.35562 |
| 209 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.583988 | SLU06 | 3.35562 |
| 210 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.566418 | SLU06 | 0 |
| 211 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.352056 | SLU04- | 2.23708 |
| 212 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.350845 | SLU04- | 0 |
| 213 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.485199 | SLU02 | 3.35562 |
| 214 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.484762 | SLU02 | 0 |
| 215 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.407216 | SLU04- | 2.23708 |
| 216 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.405941 | SLU04- | 0 |
| 217 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.379537 | SLU02- | 2.23708 |
| 218 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.380829 | SLU02- | 0 |
| 219 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.467237 | SLU02 | 3.35562 |
| 220 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.484319 | SLU02 | 0 |
| 223 | CONINF2 | Beam | 0.68965 | SISMA08 | 0 |
| 224 | CONINF2 | Beam | 0.686451 | SISMA08 | 0 |
| 225 | CONINF2 | Beam | 0.689938 | SISMA02 | 0 |
| 226 | CONINF2 | Beam | 0.685276 | SISMA02 | 0 |
| 227 | CONINF2 | Beam | 0.474291 | SISMA08 | 0 |

| | | | | | |
|-----|--------------|--------|-----------------|---------|---------|
| 228 | CONINF2 | Beam | 0.470014 | SISMA08 | 0 |
| 229 | CONINF2 | Beam | 0.383202 | SISMA02 | 0 |
| 230 | CONINF2 | Beam | 0.378362 | SISMA02 | 0 |
| 231 | CONINF2 | Beam | 0.306973 | SISMA04 | 4.47416 |
| 232 | CONINF2 | Beam | 0.306213 | SISMA04 | 0 |
| 233 | CONINF2 | Beam | 0.281136 | SISMA04 | 4.47416 |
| 234 | CONINF2 | Beam | 0.281823 | SISMA04 | 0 |
| 235 | CONINF2 | Beam | 0.30836 | SISMA02 | 0 |
| 236 | CONINF2 | Beam | 0.313191 | SISMA02 | 0 |
| 239 | CONINF2 | Beam | 0.792076 | SLU06 | 0 |
| 240 | CONINF2 | Beam | 0.7883 | SLU06 | 0 |
| 241 | CONINF2 | Beam | 0.615773 | SISMA08 | 0 |
| 242 | CONINF2 | Beam | 0.611435 | SISMA08 | 0 |
| 243 | CONINF2 | Beam | 0.538893 | SISMA02 | 0 |
| 244 | CONINF2 | Beam | 0.534048 | SISMA02 | 0 |
| 245 | CONINF2 | Beam | 0.362837 | SLU06 | 4.47416 |
| 246 | CONINF2 | Beam | 0.364109 | SLU06 | 0 |
| 247 | CONINF2 | Beam | 0.294433 | SISMA04 | 4.47416 |
| 248 | CONINF2 | Beam | 0.294108 | SISMA04 | 0 |
| 249 | CONINF2 | Beam | 0.298602 | SISMA04 | 4.47416 |
| 250 | CONINF2 | Beam | 0.298933 | SISMA04 | 0 |
| 251 | CONINF2 | Beam | 0.287087 | SISMA08 | 0 |
| 252 | CONINF2 | Beam | 0.291413 | SISMA08 | 0 |
| 138 | asta2 | Beam | 0.632634 | SLU06 | 0 |
| 141 | asta2 | Beam | 0.313141 | SLU04- | 2.5375 |
| 142 | MONTANTI_0 | Column | 0.599812 | SISMA05 | 0.41538 |
| 143 | DIAG2 | Brace | 0.459493 | SLU02- | 8.72911 |
| 144 | DIAG1 | Brace | 0.617723 | SLU02- | 8.72911 |
| 145 | asta2 | Beam | 0.479547 | SLU06 | 2.5375 |
| 146 | asta2 | Beam | 0.459602 | SLU02 | 2.5375 |
| 147 | MONTANTI_0 | Column | 0.609093 | SISMA05 | 0.41538 |
| 148 | DIAG2 | Brace | 0.651539 | SLU02 | 8.72911 |
| 262 | DIAG1 | Brace | 0.856766 | SLU02 | 8.72911 |
| 263 | Asta13 | Beam | 0.513472 | SLU02- | 2.5375 |
| 264 | Asta13 | Beam | 0.513547 | SLU02- | 0 |
| 265 | Asta13 | Beam | 0.692371 | SLU02 | 0 |
| 266 | Asta13 | Beam | 0.68478 | SLU02 | 0 |
| 267 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.168648 | SLU02 | 3.685 |
| 268 | traversone | Beam | 0.735692 | SISMA05 | 0 |
| 307 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.443528 | SLU02 | 2.23708 |

| | | | | | |
|-----|--------------|------|-----------------|---------|---------|
| 308 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.474916 | SLU02 | 3.35562 |
| 309 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.421964 | SISMA05 | 4.47416 |
| 310 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.390065 | SISMA08 | 3.35562 |
| 311 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.283006 | SISMA08 | 0 |
| 312 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.309078 | SISMA08 | 0 |
| 313 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.459854 | SLU02 | 3.35562 |
| 314 | T-IPE500/.5/ | Beam | 0.545241 | SLU02 | 3.35562 |
| 189 | CONINF2 | Beam | 0.387602 | SISMA02 | 0 |
| 190 | CONINF2 | Beam | 0.391004 | SISMA02 | 0 |
| 327 | CONINF2 | Beam | 0.371999 | SISMA08 | 0 |
| 328 | CONINF2 | Beam | 0.375196 | SISMA08 | 0 |
| 14 | CONINF1 | Beam | 0.579984 | SLU06 | 0 |
| 125 | CONINF1 | Beam | 0.686281 | SLU06 | 3.61086 |
| 126 | CONINF1 | Beam | 0.798947 | SLU06 | 3.55996 |
| 158 | CONINF1 | Beam | 0.430298 | SLU04- | 3.37183 |
| 172 | CONINF1 | Beam | 0.361675 | SLU06 | 1.53039 |
| 177 | CONINF1 | Beam | 0.304654 | SLU06 | 1.53 |
| 181 | CONINF1 | Beam | 0.403921 | SLU06 | 0 |
| 182 | CONINF1 | Beam | 0.578105 | SLU06 | 3.61086 |
| 184 | CONINF1 | Beam | 0.654284 | SLU06 | 3.55996 |
| 185 | CONINF1 | Beam | 0.409549 | SLU04 | 3.37183 |
| 193 | CONINF1 | Beam | 0.369138 | SLU06 | 1.53039 |
| 221 | CONINF1 | Beam | 0.270697 | SLU04 | 1.53 |
| 40 | CONINF1 | Beam | 0.464435 | SISMA08 | 0 |
| 41 | CONINF1 | Beam | 0.462019 | SISMA08 | 4.47416 |
| 70 | CONINF1 | Beam | 0.724135 | SLU06 | 0 |
| 128 | CONINF1 | Beam | 0.73527 | SLU06 | 4.47416 |
| 137 | CONINF1 | Beam | 0.335673 | SISMA08 | 0 |
| 139 | CONINF1 | Beam | 0.334725 | SISMA08 | 4.47416 |
| 155 | CONINF1 | Beam | 0.48696 | SLU06 | 0 |
| 157 | CONINF1 | Beam | 0.507906 | SLU06 | 4.47416 |
| 164 | CONINF1 | Beam | 0.481607 | SLU06 | 0 |
| 166 | CONINF1 | Beam | 0.488597 | SLU06 | 1.00842 |
| 167 | CONINF1 | Beam | 0.419969 | SLU06 | 0 |
| 168 | CONINF1 | Beam | 0.431352 | SLU06 | 0 |
| 171 | CONINF1 | Beam | 0.337917 | SLU06 | 0 |
| 173 | CONINF1 | Beam | 0.366664 | SLU06 | 0 |
| 174 | CONINF1 | Beam | 0.304402 | SLU06 | 0 |
| 175 | CONINF1 | Beam | 0.301297 | SLU06 | 0 |

4.3.2 Verifiche a fatica



| SectionName | Area | Area NETTA | ΔN | φ ₂ Δσ _{Ed} | γ _{Inf} | Δσ _C | t | k _c | k _c Δσ _c / γ _{Inf} | λ ₁ | λ ₂ | λ ₃ | λ ₄ | λ _{MAX} | λ _{Ed} | λ | λ _{acc} φ ₂ Δσ _{Ed} | Verifica |
|-----------------|-----------------|-----------------|------|---------------------------------|------------------|-----------------|------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|------|--|----------|
| Text | mm ² | mm ² | kN | (Mpa) | | (Mpa) | (mm) | - | (Mpa) | - | - | - | - | - | - | - | (Mpa) | - |
| Asta13 | 45400 | 31670 | 2212 | 69.85 | 1.35 | 90.00 | 20 | 1.000 | 66.67 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 44.00 | OK |
| Asta14 | 57400 | 41098 | 3637 | 88.50 | 1.35 | 90.00 | 35 | 0.919 | 61.29 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 55.75 | OK |
| Asta15 | 61400 | 44240 | 4112 | 92.95 | 1.35 | 90.00 | 40 | 0.889 | 59.28 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 58.56 | OK |
| asta2 | 39600 | 31760 | 1105 | 34.79 | 1.35 | 90.00 | 20 | 1.000 | 66.67 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 21.92 | OK |
| asta4 | 58200 | 48890 | 2374 | 48.56 | 1.35 | 90.00 | 35 | 0.919 | 61.29 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 30.59 | OK |
| asta6 | 62800 | 49080 | 3139 | 63.96 | 1.35 | 90.00 | 40 | 0.889 | 59.28 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 40.29 | OK |
| CONINF1 | 10080 | 8856 | 475 | 53.64 | 1.35 | 90.00 | 20 | 1.000 | 66.67 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 33.79 | OK |
| CONINF2 | 8640 | 7557 | 248 | 32.82 | 1.35 | 90.00 | 16 | 1.000 | 66.67 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 20.67 | OK |
| DIAG1 | 43600 | 32700 | 2285 | 69.88 | 1.35 | 90.00 | 35 | 0.919 | 61.29 | 0.67 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.67 | 0.67 | 46.82 | OK |
| DIAG2 | 29700 | 24800 | 1979 | 79.80 | 1.35 | 90.00 | 25 | 1.000 | 66.67 | 0.67 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.67 | 0.67 | 53.46 | OK |
| DIAG3 | 29700 | 24800 | 1653 | 66.65 | 1.35 | 90.00 | 25 | 1.000 | 66.67 | 0.67 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.67 | 0.67 | 44.66 | OK |
| DIAG4 | 23360 | 19760 | 1362 | 68.93 | 1.35 | 90.00 | 20 | 1.000 | 66.67 | 0.67 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.67 | 0.67 | 46.18 | OK |
| DIAG5-6 | 20288 | 17408 | 1034 | 59.40 | 1.35 | 90.00 | 16 | 1.000 | 66.67 | 0.67 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.67 | 0.67 | 39.80 | OK |
| MONTANTI 0 | 34500 | 25530 | 471 | 18.45 | 1.35 | 90.00 | 40 | 0.889 | 59.28 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 11.62 | OK |
| MONTANTI | 16160 | 14360 | 528 | 36.77 | 1.35 | 90.00 | 30 | 0.955 | 63.70 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 23.16 | OK |
| traversone .int | 32400 | 24300 | 124 | 5.10 | 1.35 | 90.00 | 40 | 0.889 | 59.28 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 3.21 | OK |
| T-IPE500/-5/ | 5776 | 4274 | 84.5 | 19.77 | 1.35 | 90.00 | 16 | 1.000 | 66.67 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 12.45 | OK |
| TRAVERSONE | 42000 | 31080 | 44.6 | 1.44 | 1.35 | 90.00 | 50 | 0.841 | 56.06 | 0.63 | 1 | 1 | 1 | 1.4 | 0.63 | 0.63 | 0.90 | OK |

5 VERIFICHE SLE

5.1 Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano verticale

È stata verificata l'inflessione nel piano verticale dell'impalcato.

Sono stati considerati agenti i treni di carico LM71 e SW2 incrementati con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α .

| 1.8.3.2.2.2 | | | |
|------------------------------|--------|----------------|----------|
| Inflessione verticale limite | | | |
| LM71 | | | |
| L | L/1000 | u ₃ | Verifica |
| m | mm | m | |
| 60.84 | 60.84 | 43 | OK |
| SW2 | | | |
| L | L/600 | u ₃ | Verifica |
| m | m | m | |
| 60.84 | 101.4 | 48.1 | OK |

$$\theta = 2.56 \times 10^{-3} \text{ rad (per carichi da traffico)}$$

$$\theta_{\Delta T} = 0.39 \times 10^{-3} \text{ rad (per gradiente termico pari a } 10\text{C}^\circ\text{)}$$

$$\theta_{\text{tot}} = 2.95 \times 10^{-3} \text{ rad} < 8/1121 = 7.14 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

5.2 Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano orizzontale

Considerando la presenza del treno di carico LM71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α , l'azione del vento, la forza laterale (serpeggio), la forza centrifuga e gli effetti della variazione di temperatura lineare fra i due lati dell'impalcato stabilita al §5.2.2.4, l'inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato non deve produrre:

- una variazione angolare maggiore di quella fornita nella successiva Tab. 5.2.VIII;
- un raggio di curvatura orizzontale minore dei valori di cui alla citata tabella.

Tabella 5.2.VIII - Massima variazione angolare e minimo raggio di curvatura

| Velocità [km/h] | Variazione Angolare massima | Raggio minimo di curvatura | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------|
| | | Singola campata | Più campate |
| $V \leq 120$ | 0,0035 rd | 1700 m | 3500 m |
| $120 < V \leq 200$ | 0,0020 rd | 6000 m | 9500 m |
| $200 < V$ | 0,0015 rd | 14000 m | 17500 m |

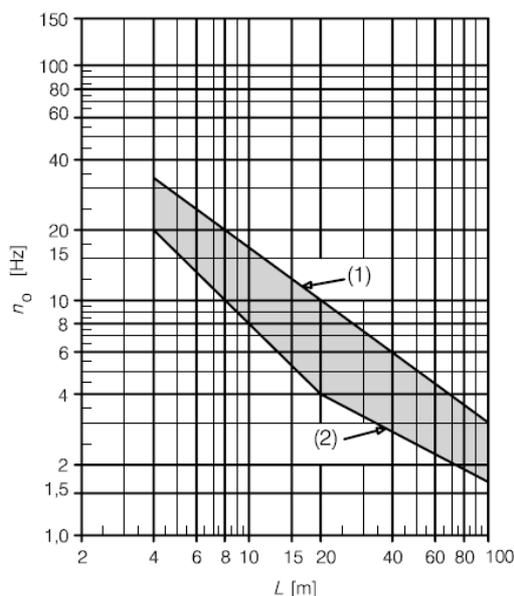
Ipotizzando una massima velocità di percorrenza del ponte risulta pari a 160 Km/h, è stato verificato che:

Raggio di curvatura:
$$R = \frac{L^2}{8 \cdot \delta_h}$$

| <i>Inflessione impalcato nel piano orizzontale</i> | | | |
|--|------------|-------|---------------------|
| L | δ_h | R | variazione angolare |
| m | mm | m | rad |
| 60.84 | 41.1 | 11258 | 0.00135 |

VARIAZIONE ANGOLARE MASSIMA: $0.00135 < 0.002 \text{ rad}$
 RAGGIO MINIMO DI CURVATURA: $11258 \text{ m} > 9500 \text{ m}$

5.3 Verifica della prima frequenza flessionale



- (1) Limite superiore della frequenza naturale
 (2) Limite inferiore della frequenza naturale

Per un impalcato a trave semplicemente appoggiata risulta:

- $L = 60.84 \text{ m}$;
- $n_0 = \frac{17.75}{\sqrt{\delta_0}} = \frac{17.75}{\sqrt{30.2}} = 3.23 \text{ Hz}$

La frequenza n_0 risulta compresa tra i limiti del fuso. Non risulta pertanto necessaria l'analisi dinamica della struttura in oggetto.

5.4 Verifica dello sghembo

La torsione dell'impalcato del ponte è stata calcolata considerando il treno di carico LM71 o SW/2 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α . Per una velocità pari a 160 km/h il limite di sghembo è pari a 3mm/3m. Per il caso in esame si riportano di seguito gli spostamenti per entrambi i binari ed i valori di sghembo. Per entrambi i carichi teorici LM71 ed SW2 le verifiche risultano soddisfatte.

| LM71 | interasse longherine | | interasse punti | | t (mm) (per 5.07m) | t (mm) (per 3m) |
|------|----------------------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|
| | 1500 | | 5070 | | | |
| | δv (A) | δv (B) | ϕ | $\Delta\phi$ | | |
| 1 | -1.237176 | -1.052777 | 0.000122933 | - | | |
| 2 | -11.746707 | -11.19515 | 0.000367705 | 0.000244772 | 0.3672 | 0.2173 |
| 3 | -20.766734 | -19.804861 | 0.000641249 | 0.000273544 | 0.4103 | 0.2428 |
| 4 | -29.145399 | -27.72404 | 0.000947572 | 0.000306324 | 0.4595 | 0.2719 |
| 5 | -35.352682 | -33.514149 | 0.001225688 | 0.000278116 | 0.4172 | 0.2468 |
| 6 | -40.085573 | -37.80622 | 0.001519567 | 0.000293879 | 0.4408 | 0.2608 |
| 7 | -41.280597 | -38.945688 | 0.001556605 | 3.70372E-05 | 0.0556 | 0.0329 |
| 8 | -40.162787 | -37.819253 | 0.001562355 | 5.74999E-06 | 0.0086 | 0.0051 |
| 9 | -35.474772 | -33.525773 | 0.001299332 | -0.000263023 | -0.3945 | -0.2335 |
| 10 | -29.275128 | -27.710618 | 0.001043006 | -0.000256326 | -0.3845 | -0.2275 |
| 11 | -20.865381 | -19.774744 | 0.000727091 | -0.000315915 | -0.4739 | -0.2804 |
| 12 | -11.815406 | -11.154915 | 0.000440327 | -0.000286764 | -0.4301 | -0.2545 |
| 13 | -1.237375 | -1.052907 | 0.000122979 | -0.000317349 | -0.4760 | -0.2817 |

| SW2 | interasse longherine | | interasse punti | | t (mm) (per 5.07m) | t (mm) (per 3m) |
|-----|----------------------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|
| | 1500 | | 5070 | | | |
| | δv (A) | δv (B) | ϕ | $\Delta\phi$ | | |
| 1 | -0.830916 | -0.706964 | 8.26347E-05 | - | | |
| 2 | -14.174649 | -13.496838 | -0.000451874 | -0.000369239 | -0.5539 | -0.3277 |
| 3 | -25.261134 | -24.068628 | -0.000795004 | -0.00034313 | -0.5147 | -0.3046 |
| 4 | -34.784596 | -33.115754 | -0.001112561 | -0.000317557 | -0.4763 | -0.2819 |
| 5 | -41.504071 | -39.473182 | -0.001353925 | -0.000241364 | -0.3620 | -0.2142 |
| 6 | -45.865066 | -43.415689 | -0.001632917 | -0.000278991 | -0.4185 | -0.2476 |
| 7 | -45.909478 | -43.295464 | -0.001742674 | -0.000109758 | -0.1646 | -0.0974 |
| 8 | -45.95868 | -43.432075 | -0.001684402 | 5.82725E-05 | 0.0874 | 0.0517 |
| 9 | -41.63103 | -39.485983 | -0.00143003 | 0.000254371 | 0.3816 | 0.2258 |
| 10 | -34.923477 | -33.099997 | -0.001215653 | 0.000214378 | 0.3216 | 0.1903 |
| 11 | -25.374946 | -24.032986 | -0.00089464 | 0.000321013 | 0.4815 | 0.2849 |
| 12 | -14.253193 | -13.438059 | -0.000543423 | 0.000351217 | 0.5268 | 0.3117 |
| 13 | -0.830978 | -0.70697 | -8.2672E-05 | 0.000460751 | 0.6911 | 0.4090 |

6 REAZIONI VINCOLARI

Lo schema dei vincoli della travata metallica è il seguente:



13 Apparecchio di appoggio di tipo fisso

1 Apparecchio di appoggio di tipo unidirezionale disposto in direzione trasversale

125 Apparecchio di appoggio di tipo unidirezionale disposto in direzione longitudinale

121 Apparecchio di appoggio di tipo unidirezionale disposto in direzione trasversale

| TABLE: Joint Reactions | | | | | | | |
|------------------------------|------------|-------------|----------|-----------|----|----------|--------------------|
| Joint | OutputCase | CaseType | StepType | F1 | F2 | F3 | RH (F1^2+F2^2)^0.5 |
| Text | Text | Text | Text | KN | KN | KN | KN |
| 1 | SLU01 | Combination | Max | -2228.473 | 0 | 4742.021 | 2228.473 |
| 1 | SLU01 | Combination | Min | -2909.216 | 0 | 1945.35 | 2909.216 |
| 1 | SLU02 | Combination | Max | -2223.534 | 0 | 4742.083 | 2223.534 |
| 1 | SLU02 | Combination | Min | -2914.155 | 0 | 1945.288 | 2914.155 |
| 1 | SLU03 | Combination | Max | -442.595 | 0 | 5049.936 | 442.595 |
| 1 | SLU03 | Combination | Min | -1073.053 | 0 | 2255.77 | 1073.053 |
| 1 | SLU04 | Combination | Max | -437.656 | 0 | 5049.998 | 437.656 |
| 1 | SLU04 | Combination | Min | -1077.993 | 0 | 2255.707 | 1077.993 |
| 1 | SLU05 | Combination | Max | -3088.49 | 0 | 4271.132 | 3088.49 |
| 1 | SLU05 | Combination | Min | -3718.785 | 0 | 1792.202 | 3718.785 |
| 1 | SLU06 | Combination | Max | -3083.551 | 0 | 4271.195 | 3083.551 |
| 1 | SLU06 | Combination | Min | -3723.724 | 0 | 1792.14 | 3723.724 |
| 1 | SLU07 | Combination | Max | -1071.787 | 0 | 4654.598 | 1071.787 |
| 1 | SLU07 | Combination | Min | -1646.769 | 0 | 2178.423 | 1646.769 |
| 1 | SLU08 | Combination | Max | -1066.848 | 0 | 4654.661 | 1066.848 |
| 1 | SLU08 | Combination | Min | -1651.709 | 0 | 2178.36 | 1651.709 |
| 1 | SLU09 | Combination | Max | -564.136 | 0 | 2546.577 | 564.136 |
| 1 | SLU09 | Combination | Min | -564.136 | 0 | 2546.577 | 564.136 |
| 1 | SLU10 | Combination | Max | -559.197 | 0 | 2546.639 | 559.197 |
| 1 | SLU10 | Combination | Min | -569.075 | 0 | 2546.514 | 569.075 |
| 1 | SLU11 | Combination | Max | -1901.137 | 0 | 4305.777 | 1901.137 |
| 1 | SLU11 | Combination | Min | -2462.196 | 0 | 2068.233 | 2462.196 |
| 1 | SLU12 | Combination | Max | -472.435 | 0 | 4552.109 | 472.435 |
| 1 | SLU12 | Combination | Min | -993.266 | 0 | 2316.568 | 993.266 |
| 1 | SLU13 | Combination | Max | -2589.151 | 0 | 3929.066 | 2589.151 |
| 1 | SLU13 | Combination | Min | -3109.851 | 0 | 1945.714 | 3109.851 |
| 1 | SLU14 | Combination | Max | -975.788 | 0 | 4235.839 | 975.788 |
| 1 | SLU14 | Combination | Min | -1452.239 | 0 | 2254.691 | 1452.239 |
| 1 | SLU15 | Combination | Max | -315.641 | 0 | 2648.311 | 315.641 |
| 1 | SLU15 | Combination | Min | -332.105 | 0 | 2648.103 | 332.105 |
| 1 | SISMA01 | Combination | Max | 1078.763 | 0 | 2769.893 | 1078.763 |
| 1 | SISMA01 | Combination | Min | -1602.382 | 0 | 965.181 | 1602.382 |
| 1 | SISMA02 | Combination | Max | 2598.086 | 0 | 3148.227 | 2598.086 |
| 1 | SISMA02 | Combination | Min | -3121.704 | 0 | 586.847 | 3121.704 |
| 1 | SISMA03 | Combination | Max | 911.329 | 0 | 2637.543 | 911.329 |
| 1 | SISMA03 | Combination | Min | -1434.947 | 0 | 1097.531 | 1434.947 |

| | | | | | | | |
|---|---------|-------------|-----|-----------|---|----------|----------|
| 1 | SISMA04 | Combination | Max | 1161.877 | 0 | 3146.441 | 1161.877 |
| 1 | SISMA04 | Combination | Min | -1517.88 | 0 | 1341.798 | 1517.88 |
| 1 | SISMA05 | Combination | Max | 2681.2 | 0 | 3524.774 | 2681.2 |
| 1 | SISMA05 | Combination | Min | -3037.203 | 0 | 963.464 | 3037.203 |
| 1 | SISMA06 | Combination | Max | 994.443 | 0 | 3014.09 | 994.443 |
| 1 | SISMA06 | Combination | Min | -1350.446 | 0 | 1474.148 | 1350.446 |
| 1 | SLU01- | Combination | Max | -1199.355 | 0 | 5348.128 | 1199.355 |
| 1 | SLU01- | Combination | Min | -1880.098 | 0 | 2551.458 | 1880.098 |
| 1 | SLU02- | Combination | Max | -1194.416 | 0 | 5348.19 | 1194.416 |
| 1 | SLU02- | Combination | Min | -1885.037 | 0 | 2551.395 | 1885.037 |
| 1 | SLU03- | Combination | Max | -1838.176 | 0 | 5345.737 | 1838.176 |
| 1 | SLU03- | Combination | Min | -2468.634 | 0 | 2551.571 | 2468.634 |
| 1 | SLU04- | Combination | Max | -1833.236 | 0 | 5345.8 | 1833.236 |
| 1 | SLU04- | Combination | Min | -2473.573 | 0 | 2551.509 | 2473.573 |
| 1 | SLU05- | Combination | Max | -1054.326 | 0 | 5030.397 | 1054.326 |
| 1 | SLU05- | Combination | Min | -1684.621 | 0 | 2551.467 | 1684.621 |
| 1 | SLU06- | Combination | Max | -1049.387 | 0 | 5030.46 | 1049.387 |
| 1 | SLU06- | Combination | Min | -1689.561 | 0 | 2551.404 | 1689.561 |
| 1 | SLU07- | Combination | Max | -1557.613 | 0 | 5028.525 | 1557.613 |
| 1 | SLU07- | Combination | Min | -2132.596 | 0 | 2552.349 | 2132.596 |
| 1 | SLU08- | Combination | Max | -1552.674 | 0 | 5028.587 | 1552.674 |
| 1 | SLU08- | Combination | Min | -2137.535 | 0 | 2552.286 | 2137.535 |
| 1 | SLU09- | Combination | Max | -564.136 | 0 | 2546.577 | 564.136 |
| 1 | SLU09- | Combination | Min | -564.136 | 0 | 2546.577 | 564.136 |
| 1 | SLU10- | Combination | Max | -559.197 | 0 | 2546.639 | 559.197 |
| 1 | SLU10- | Combination | Min | -569.075 | 0 | 2546.514 | 569.075 |
| 1 | SLU11- | Combination | Max | -1130.727 | 0 | 2558.408 | 1130.727 |
| 1 | SLU11- | Combination | Min | -1228.822 | 0 | 2553.119 | 1228.822 |
| 1 | SLU12- | Combination | Max | -1641.784 | 0 | 2556.496 | 1641.784 |
| 1 | SLU12- | Combination | Min | -1699.651 | 0 | 2553.209 | 1699.651 |
| 1 | SLU13- | Combination | Max | -961.82 | 0 | 4536.478 | 961.82 |
| 1 | SLU13- | Combination | Min | -1482.52 | 0 | 2553.126 | 1482.52 |
| 1 | SLU14- | Combination | Max | -1364.45 | 0 | 4534.98 | 1364.45 |
| 1 | SLU14- | Combination | Min | -1840.9 | 0 | 2553.832 | 1840.9 |
| 1 | SISMA07 | Combination | Max | 1358.699 | 0 | 2874.628 | 1358.699 |
| 1 | SISMA07 | Combination | Min | -1306.991 | 0 | 1070.855 | 1306.991 |
| 1 | SISMA08 | Combination | Max | 2878.022 | 0 | 3252.961 | 2878.022 |
| 1 | SISMA08 | Combination | Min | -2826.314 | 0 | 692.521 | 2826.314 |
| 1 | SISMA09 | Combination | Max | 1191.265 | 0 | 2742.277 | 1191.265 |
| 1 | SISMA09 | Combination | Min | -1139.557 | 0 | 1203.205 | 1139.557 |

| | | | | | | | |
|----|---------|-------------|-----|-----------|-----------|----------|-------------|
| 13 | SLU01 | Combination | Max | 4180.808 | -2953.63 | 7409.741 | 5118.89497 |
| 13 | SLU01 | Combination | Min | 3500.065 | -3167.942 | 3697.859 | 4720.83801 |
| 13 | SLU02 | Combination | Max | 4185.747 | -2953.032 | 7409.803 | 5122.584889 |
| 13 | SLU02 | Combination | Min | 3495.126 | -3168.54 | 3697.797 | 4717.578986 |
| 13 | SLU03 | Combination | Max | 3616.237 | -1734.57 | 7103.883 | 4010.723516 |
| 13 | SLU03 | Combination | Min | 2985.779 | -1876.892 | 3394.506 | 3526.698146 |
| 13 | SLU04 | Combination | Max | 3621.177 | -1733.972 | 7103.946 | 4014.919895 |
| 13 | SLU04 | Combination | Min | 2980.84 | -1877.49 | 3394.444 | 3522.83633 |
| 13 | SLU05 | Combination | Max | 4719.281 | -3557.379 | 6817.554 | 5909.869585 |
| 13 | SLU05 | Combination | Min | 4088.986 | -3778.768 | 3849.355 | 5567.66505 |
| 13 | SLU06 | Combination | Max | 4724.22 | -3556.782 | 6817.616 | 5913.455234 |
| 13 | SLU06 | Combination | Min | 4084.046 | -3779.366 | 3849.293 | 5564.444185 |
| 13 | SLU07 | Combination | Max | 3647.761 | -2047.613 | 6434.928 | 4183.166183 |
| 13 | SLU07 | Combination | Min | 3072.778 | -2189.811 | 3469.485 | 3773.226319 |
| 13 | SLU08 | Combination | Max | 3652.7 | -2047.015 | 6434.991 | 4187.181355 |
| 13 | SLU08 | Combination | Min | 3067.839 | -2190.409 | 3469.422 | 3769.552721 |
| 13 | SLU09 | Combination | Max | 564.136 | -538.234 | 3098.494 | 779.7084489 |
| 13 | SLU09 | Combination | Min | 564.136 | -538.234 | 3098.494 | 779.7084489 |
| 13 | SLU10 | Combination | Max | 569.075 | -537.636 | 3098.556 | 782.87855 |
| 13 | SLU10 | Combination | Min | 559.197 | -538.832 | 3098.431 | 776.5572799 |
| 13 | SLU11 | Combination | Max | 3479.469 | -2488.568 | 6544.853 | 4277.811966 |
| 13 | SLU11 | Combination | Min | 2918.411 | -2662.011 | 3575.14 | 3950.117129 |
| 13 | SLU12 | Combination | Max | 3027.813 | -1513.321 | 6300.167 | 3384.936043 |
| 13 | SLU12 | Combination | Min | 2506.982 | -1629.171 | 3332.457 | 2989.842286 |
| 13 | SLU13 | Combination | Max | 3910.248 | -2971.568 | 6071.103 | 4911.237706 |
| 13 | SLU13 | Combination | Min | 3389.547 | -3150.672 | 3696.337 | 4627.716815 |
| 13 | SLU14 | Combination | Max | 3053.032 | -1763.755 | 5765.003 | 3525.880896 |
| 13 | SLU14 | Combination | Min | 2576.582 | -1879.506 | 3392.44 | 3189.25032 |
| 13 | SLU15 | Combination | Max | 332.105 | -320.176 | 2996.967 | 461.3094428 |
| 13 | SLU15 | Combination | Min | 315.641 | -322.169 | 2996.76 | 451.0233979 |
| 13 | SISMA01 | Combination | Max | 1934.589 | 482.869 | 3078.681 | 1993.940087 |
| 13 | SISMA01 | Combination | Min | -858.973 | -1299.697 | 1140.3 | 1557.898234 |
| 13 | SISMA02 | Combination | Max | 3486.205 | 2134.159 | 3435.482 | 4087.573845 |
| 13 | SISMA02 | Combination | Min | -2410.589 | -2950.987 | 783.499 | 3810.415148 |
| 13 | SISMA03 | Combination | Max | 1723.9 | 404.186 | 2946.368 | 1770.648902 |
| 13 | SISMA03 | Combination | Min | -648.284 | -1221.014 | 1272.613 | 1382.442524 |
| 13 | SISMA04 | Combination | Max | 1924.873 | 560.658 | 3529.691 | 2004.862454 |
| 13 | SISMA04 | Combination | Min | -867.302 | -1219.922 | 1591.379 | 1496.804077 |
| 13 | SISMA05 | Combination | Max | 3476.489 | 2211.948 | 3886.492 | 4120.520564 |
| 13 | SISMA05 | Combination | Min | -2418.918 | -2871.212 | 1234.579 | 3754.333848 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|-------------|-----|-----------|-----------|----------|-------------|
| 13 | SISMA06 | Combination | Max | 1714.184 | 481.975 | 3397.378 | 1780.653444 |
| 13 | SISMA06 | Combination | Min | -656.613 | -1141.239 | 1723.693 | 1316.649949 |
| 13 | SLU01- | Combination | Max | 608.506 | -662.413 | 6794.592 | 899.4834821 |
| 13 | SLU01- | Combination | Min | -72.237 | -876.725 | 3082.71 | 879.6959189 |
| 13 | SLU02- | Combination | Max | 613.445 | -661.815 | 6794.654 | 902.3934077 |
| 13 | SLU02- | Combination | Min | -77.176 | -877.323 | 3082.648 | 880.7109522 |
| 13 | SLU03- | Combination | Max | -74.55 | -698.757 | 6789.937 | 702.7225964 |
| 13 | SLU03- | Combination | Min | -705.008 | -841.079 | 3080.56 | 1097.474448 |
| 13 | SLU04- | Combination | Max | -69.611 | -698.159 | 6789.999 | 701.6207527 |
| 13 | SLU04- | Combination | Min | -709.948 | -841.676 | 3080.497 | 1101.110645 |
| 13 | SLU05- | Combination | Max | 684.126 | -653.588 | 6051.187 | 946.1530836 |
| 13 | SLU05- | Combination | Min | 53.831 | -874.977 | 3082.988 | 876.6313519 |
| 13 | SLU06- | Combination | Max | 689.065 | -652.991 | 6051.249 | 949.3196618 |
| 13 | SLU06- | Combination | Min | 48.891 | -875.575 | 3082.926 | 876.9389434 |
| 13 | SLU07- | Combination | Max | 131.605 | -682.105 | 6046.732 | 694.6848977 |
| 13 | SLU07- | Combination | Min | -443.378 | -824.303 | 3081.288 | 935.9804948 |
| 13 | SLU08- | Combination | Max | 136.544 | -681.507 | 6046.794 | 695.0511168 |
| 13 | SLU08- | Combination | Min | -448.317 | -824.901 | 3081.226 | 938.8555758 |
| 13 | SLU09- | Combination | Max | 564.136 | -538.234 | 3098.494 | 779.7084489 |
| 13 | SLU09- | Combination | Min | 564.136 | -538.234 | 3098.494 | 779.7084489 |
| 13 | SLU10- | Combination | Max | 569.075 | -537.636 | 3098.556 | 782.87855 |
| 13 | SLU10- | Combination | Min | 559.197 | -538.832 | 3098.431 | 776.5572799 |
| 13 | SLU11- | Combination | Max | 211.549 | -661.995 | 3088.312 | 694.9750783 |
| 13 | SLU11- | Combination | Min | 113.454 | -779.411 | 3083.023 | 787.625112 |
| 13 | SLU12- | Combination | Max | -334.896 | -691.07 | 3084.589 | 767.9408022 |
| 13 | SLU12- | Combination | Min | -392.764 | -750.893 | 3081.302 | 847.4100879 |
| 13 | SLU13- | Combination | Max | 682.124 | -648.535 | 5458.01 | 941.2177206 |
| 13 | SLU13- | Combination | Min | 161.423 | -827.639 | 3083.243 | 843.2340714 |
| 13 | SLU14- | Combination | Max | 240.107 | -671.348 | 5454.446 | 712.993344 |
| 13 | SLU14- | Combination | Min | -236.343 | -787.1 | 3081.883 | 821.8177557 |
| 13 | SISMA07 | Combination | Max | 1363.2 | 883.469 | 2972.028 | 1624.448126 |
| 13 | SISMA07 | Combination | Min | -1414.908 | -877.211 | 1034.586 | 1664.771392 |
| 13 | SISMA08 | Combination | Max | 2914.816 | 2534.759 | 3328.829 | 3862.791154 |
| 13 | SISMA08 | Combination | Min | -2966.524 | -2528.502 | 677.785 | 3897.895202 |
| 13 | SISMA09 | Combination | Max | 1152.51 | 804.786 | 2839.715 | 1405.688374 |
| 13 | SISMA09 | Combination | Min | -1204.218 | -798.528 | 1166.899 | 1444.917976 |
| 121 | SLU01 | Combination | Max | 0 | 0 | 4824.493 | 0 |
| 121 | SLU01 | Combination | Min | 0 | 0 | 2017.8 | 0 |
| 121 | SLU02 | Combination | Max | 0 | 0 | 4824.556 | 0 |
| 121 | SLU02 | Combination | Min | 0 | 0 | 2017.738 | 0 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|-------------|-----|---|---|----------|---|
| 121 | SLU03 | Combination | Max | 0 | 0 | 5097.79 | 0 |
| 121 | SLU03 | Combination | Min | 0 | 0 | 2293.601 | 0 |
| 121 | SLU04 | Combination | Max | 0 | 0 | 5097.852 | 0 |
| 121 | SLU04 | Combination | Min | 0 | 0 | 2293.539 | 0 |
| 121 | SLU05 | Combination | Max | 0 | 0 | 4369.027 | 0 |
| 121 | SLU05 | Combination | Min | 0 | 0 | 1884.633 | 0 |
| 121 | SLU06 | Combination | Max | 0 | 0 | 4369.09 | 0 |
| 121 | SLU06 | Combination | Min | 0 | 0 | 1884.571 | 0 |
| 121 | SLU07 | Combination | Max | 0 | 0 | 4709.431 | 0 |
| 121 | SLU07 | Combination | Min | 0 | 0 | 2227.791 | 0 |
| 121 | SLU08 | Combination | Max | 0 | 0 | 4709.493 | 0 |
| 121 | SLU08 | Combination | Min | 0 | 0 | 2227.729 | 0 |
| 121 | SLU09 | Combination | Max | 0 | 0 | 2561.611 | 0 |
| 121 | SLU09 | Combination | Min | 0 | 0 | 2561.611 | 0 |
| 121 | SLU10 | Combination | Max | 0 | 0 | 2561.673 | 0 |
| 121 | SLU10 | Combination | Min | 0 | 0 | 2561.549 | 0 |
| 121 | SLU11 | Combination | Max | 0 | 0 | 4375.076 | 0 |
| 121 | SLU11 | Combination | Min | 0 | 0 | 2129.514 | 0 |
| 121 | SLU12 | Combination | Max | 0 | 0 | 4593.713 | 0 |
| 121 | SLU12 | Combination | Min | 0 | 0 | 2350.154 | 0 |
| 121 | SLU13 | Combination | Max | 0 | 0 | 4010.703 | 0 |
| 121 | SLU13 | Combination | Min | 0 | 0 | 2022.98 | 0 |
| 121 | SLU14 | Combination | Max | 0 | 0 | 4283.025 | 0 |
| 121 | SLU14 | Combination | Min | 0 | 0 | 2297.506 | 0 |
| 121 | SLU15 | Combination | Max | 0 | 0 | 2656.918 | 0 |
| 121 | SLU15 | Combination | Min | 0 | 0 | 2656.71 | 0 |
| 121 | SISMA01 | Combination | Max | 0 | 0 | 2773.456 | 0 |
| 121 | SISMA01 | Combination | Min | 0 | 0 | 979.865 | 0 |
| 121 | SISMA02 | Combination | Max | 0 | 0 | 3126.405 | 0 |
| 121 | SISMA02 | Combination | Min | 0 | 0 | 626.916 | 0 |
| 121 | SISMA03 | Combination | Max | 0 | 0 | 2643.206 | 0 |
| 121 | SISMA03 | Combination | Min | 0 | 0 | 1110.114 | 0 |
| 121 | SISMA04 | Combination | Max | 0 | 0 | 3148.546 | 0 |
| 121 | SISMA04 | Combination | Min | 0 | 0 | 1355.024 | 0 |
| 121 | SISMA05 | Combination | Max | 0 | 0 | 3501.495 | 0 |
| 121 | SISMA05 | Combination | Min | 0 | 0 | 1002.075 | 0 |
| 121 | SISMA06 | Combination | Max | 0 | 0 | 3018.297 | 0 |
| 121 | SISMA06 | Combination | Min | 0 | 0 | 1485.273 | 0 |
| 121 | SLU01- | Combination | Max | 0 | 0 | 5380.703 | 0 |
| 121 | SLU01- | Combination | Min | 0 | 0 | 2574.01 | 0 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|-------------|-----|---|-----------|----------|----------|
| 121 | SLU02- | Combination | Max | 0 | 0 | 5380.766 | 0 |
| 121 | SLU02- | Combination | Min | 0 | 0 | 2573.948 | 0 |
| 121 | SLU03- | Combination | Max | 0 | 0 | 5383.147 | 0 |
| 121 | SLU03- | Combination | Min | 0 | 0 | 2578.959 | 0 |
| 121 | SLU04- | Combination | Max | 0 | 0 | 5383.21 | 0 |
| 121 | SLU04- | Combination | Min | 0 | 0 | 2578.897 | 0 |
| 121 | SLU05- | Combination | Max | 0 | 0 | 5057.383 | 0 |
| 121 | SLU05- | Combination | Min | 0 | 0 | 2572.989 | 0 |
| 121 | SLU06- | Combination | Max | 0 | 0 | 5057.445 | 0 |
| 121 | SLU06- | Combination | Min | 0 | 0 | 2572.926 | 0 |
| 121 | SLU07- | Combination | Max | 0 | 0 | 5059.315 | 0 |
| 121 | SLU07- | Combination | Min | 0 | 0 | 2577.675 | 0 |
| 121 | SLU08- | Combination | Max | 0 | 0 | 5059.377 | 0 |
| 121 | SLU08- | Combination | Min | 0 | 0 | 2577.613 | 0 |
| 121 | SLU09- | Combination | Max | 0 | 0 | 2561.611 | 0 |
| 121 | SLU09- | Combination | Min | 0 | 0 | 2561.611 | 0 |
| 121 | SLU10- | Combination | Max | 0 | 0 | 2561.673 | 0 |
| 121 | SLU10- | Combination | Min | 0 | 0 | 2561.549 | 0 |
| 121 | SLU11- | Combination | Max | 0 | 0 | 2578.882 | 0 |
| 121 | SLU11- | Combination | Min | 0 | 0 | 2574.482 | 0 |
| 121 | SLU12- | Combination | Max | 0 | 0 | 2580.837 | 0 |
| 121 | SLU12- | Combination | Min | 0 | 0 | 2578.44 | 0 |
| 121 | SLU13- | Combination | Max | 0 | 0 | 4561.387 | 0 |
| 121 | SLU13- | Combination | Min | 0 | 0 | 2573.664 | 0 |
| 121 | SLU14- | Combination | Max | 0 | 0 | 4562.933 | 0 |
| 121 | SLU14- | Combination | Min | 0 | 0 | 2577.413 | 0 |
| 121 | SISMA07 | Combination | Max | 0 | 0 | 2868.409 | 0 |
| 121 | SISMA07 | Combination | Min | 0 | 0 | 1075.609 | 0 |
| 121 | SISMA08 | Combination | Max | 0 | 0 | 3221.358 | 0 |
| 121 | SISMA08 | Combination | Min | 0 | 0 | 722.66 | 0 |
| 121 | SISMA09 | Combination | Max | 0 | 0 | 2738.16 | 0 |
| 121 | SISMA09 | Combination | Min | 0 | 0 | 1205.858 | 0 |
| 125 | SLU01 | Combination | Max | 0 | -2262.296 | 7317.074 | 2262.296 |
| 125 | SLU01 | Combination | Min | 0 | -2478.881 | 3617.438 | 2478.881 |
| 125 | SLU02 | Combination | Max | 0 | -2261.698 | 7317.136 | 2261.698 |
| 125 | SLU02 | Combination | Min | 0 | -2479.479 | 3617.376 | 2479.479 |
| 125 | SLU03 | Combination | Max | 0 | -1395.082 | 7036.752 | 1395.082 |
| 125 | SLU03 | Combination | Min | 0 | -1539.676 | 3339.621 | 1539.676 |
| 125 | SLU04 | Combination | Max | 0 | -1394.484 | 7036.814 | 1394.484 |
| 125 | SLU04 | Combination | Min | 0 | -1540.274 | 3339.558 | 1540.274 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|-------------|-----|---|-----------|----------|----------|
| 125 | SLU05 | Combination | Max | 0 | -2682.36 | 6709.472 | 2682.36 |
| 125 | SLU05 | Combination | Min | 0 | -2906.022 | 3750.898 | 2906.022 |
| 125 | SLU06 | Combination | Max | 0 | -2681.763 | 6709.535 | 2681.763 |
| 125 | SLU06 | Combination | Min | 0 | -2906.62 | 3750.835 | 2906.62 |
| 125 | SLU07 | Combination | Max | 0 | -1597.608 | 6362.764 | 1597.608 |
| 125 | SLU07 | Combination | Min | 0 | -1742.079 | 3406.943 | 1742.079 |
| 125 | SLU08 | Combination | Max | 0 | -1597.01 | 6362.826 | 1597.01 |
| 125 | SLU08 | Combination | Min | 0 | -1742.677 | 3406.881 | 1742.677 |
| 125 | SLU09 | Combination | Max | 0 | -401.693 | 3083.459 | 401.693 |
| 125 | SLU09 | Combination | Min | 0 | -401.693 | 3083.459 | 401.693 |
| 125 | SLU10 | Combination | Max | 0 | -401.095 | 3083.521 | 401.095 |
| 125 | SLU10 | Combination | Min | 0 | -402.29 | 3083.397 | 402.29 |
| 125 | SLU11 | Combination | Max | 0 | -1904.862 | 6467.398 | 1904.862 |
| 125 | SLU11 | Combination | Min | 0 | -2080.123 | 3507.483 | 2080.123 |
| 125 | SLU12 | Combination | Max | 0 | -1211.091 | 6243.141 | 1211.091 |
| 125 | SLU12 | Combination | Min | 0 | -1328.759 | 3285.228 | 1328.759 |
| 125 | SLU13 | Combination | Max | 0 | -2240.913 | 5981.317 | 2240.913 |
| 125 | SLU13 | Combination | Min | 0 | -2421.835 | 3614.25 | 2421.835 |
| 125 | SLU14 | Combination | Max | 0 | -1373.111 | 5703.95 | 1373.111 |
| 125 | SLU14 | Combination | Min | 0 | -1490.681 | 3339.087 | 1490.681 |
| 125 | SLU15 | Combination | Max | 0 | -241.787 | 2988.36 | 241.787 |
| 125 | SLU15 | Combination | Min | 0 | -243.78 | 2988.152 | 243.78 |
| 125 | SISMA01 | Combination | Max | 0 | 377.5 | 3070.227 | 377.5 |
| 125 | SISMA01 | Combination | Min | 0 | -1036.204 | 1126.565 | 1036.204 |
| 125 | SISMA02 | Combination | Max | 0 | 1626.147 | 3396.829 | 1626.147 |
| 125 | SISMA02 | Combination | Min | 0 | -2284.852 | 799.963 | 2284.852 |
| 125 | SISMA03 | Combination | Max | 0 | 303.616 | 2934.404 | 303.616 |
| 125 | SISMA03 | Combination | Min | 0 | -962.321 | 1262.389 | 962.321 |
| 125 | SISMA04 | Combination | Max | 0 | 439.917 | 3522.16 | 439.917 |
| 125 | SISMA04 | Combination | Min | 0 | -971.802 | 1578.567 | 971.802 |
| 125 | SISMA05 | Combination | Max | 0 | 1688.564 | 3848.762 | 1688.564 |
| 125 | SISMA05 | Combination | Min | 0 | -2220.449 | 1251.966 | 2220.449 |
| 125 | SISMA06 | Combination | Max | 0 | 366.033 | 3386.337 | 366.033 |
| 125 | SISMA06 | Combination | Min | 0 | -897.918 | 1714.391 | 897.918 |
| 125 | SLU01- | Combination | Max | 0 | -381.984 | 6769.988 | 381.984 |
| 125 | SLU01- | Combination | Min | 0 | -598.57 | 3070.352 | 598.57 |
| 125 | SLU02- | Combination | Max | 0 | -381.386 | 6770.05 | 381.386 |
| 125 | SLU02- | Combination | Min | 0 | -599.167 | 3070.29 | 599.167 |
| 125 | SLU03- | Combination | Max | 0 | -345.131 | 6769.581 | 345.131 |
| 125 | SLU03- | Combination | Min | 0 | -489.725 | 3072.45 | 489.725 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|-------------|-----|---|-----------|----------|----------|
| 125 | SLU04- | Combination | Max | 0 | -344.533 | 6769.643 | 344.533 |
| 125 | SLU04- | Combination | Min | 0 | -490.323 | 3072.387 | 490.323 |
| 125 | SLU05- | Combination | Max | 0 | -398.233 | 6028.307 | 398.233 |
| 125 | SLU05- | Combination | Min | 0 | -621.894 | 3069.733 | 621.894 |
| 125 | SLU06- | Combination | Max | 0 | -397.635 | 6028.37 | 397.635 |
| 125 | SLU06- | Combination | Min | 0 | -622.492 | 3069.67 | 622.492 |
| 125 | SLU07- | Combination | Max | 0 | -369.156 | 6027.194 | 369.156 |
| 125 | SLU07- | Combination | Min | 0 | -513.628 | 3071.374 | 513.628 |
| 125 | SLU08- | Combination | Max | 0 | -368.559 | 6027.257 | 368.559 |
| 125 | SLU08- | Combination | Min | 0 | -514.226 | 3071.312 | 514.226 |
| 125 | SLU09- | Combination | Max | 0 | -401.693 | 3083.459 | 401.693 |
| 125 | SLU09- | Combination | Min | 0 | -401.693 | 3083.459 | 401.693 |
| 125 | SLU10- | Combination | Max | 0 | -401.095 | 3083.521 | 401.095 |
| 125 | SLU10- | Combination | Min | 0 | -402.29 | 3083.397 | 402.29 |
| 125 | SLU11- | Combination | Max | 0 | -450.24 | 3074.216 | 450.24 |
| 125 | SLU11- | Combination | Min | 0 | -569.473 | 3069.816 | 569.473 |
| 125 | SLU12- | Combination | Max | 0 | -420.757 | 3073.89 | 420.757 |
| 125 | SLU12- | Combination | Min | 0 | -482.398 | 3071.493 | 482.398 |
| 125 | SLU13- | Combination | Max | 0 | -413.611 | 5436.385 | 413.611 |
| 125 | SLU13- | Combination | Min | 0 | -594.533 | 3069.318 | 594.533 |
| 125 | SLU14- | Combination | Max | 0 | -390.35 | 5435.495 | 390.35 |
| 125 | SLU14- | Combination | Min | 0 | -507.92 | 3070.631 | 507.92 |
| 125 | SISMA07 | Combination | Max | 0 | 692.629 | 2975.475 | 692.629 |
| 125 | SISMA07 | Combination | Min | 0 | -698.887 | 1032.604 | 698.887 |
| 125 | SISMA08 | Combination | Max | 0 | 1941.276 | 3302.077 | 1941.276 |
| 125 | SISMA08 | Combination | Min | 0 | -1947.534 | 706.002 | 1947.534 |
| 125 | SISMA09 | Combination | Max | 0 | 618.745 | 2839.651 | 618.745 |
| 125 | SISMA09 | Combination | Min | 0 | -625.003 | 1168.427 | 625.003 |

I carichi massimi per i dispositivi di vincolo approssimati per eccesso, risultano i seguenti:

Carico verticale massimo: $V = 7500$ kN

Carico orizzontale massimo $R_h = 6000$ kN

7 APPENDICE

7.1 VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO

Si riportano i controlli effettuati confrontando modelli semplificati analitici di calcolo e risultati ottenuti dalle analisi FEM, in accordo a quanto prescritto al paragrafo 10.2 del "DM. 14/01/2018", di seguito riportato:

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.*

Spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli che ne comprovino l'attendibilità.

[...]

Nella relazione devono essere elencati e sinteticamente illustrati i controlli svolti, quali verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.

1.1.1 CARICHI elementari

Si considerano tre condizioni di carico elementare, due permanenti e un accidentale

G1:

- Peso proprio della struttura in acciaio = **4350** kN

G2:

| | q (kN/m ²) | i (m) | q (kN/m) | |
|---------------------------|------------------------|-------|----------|----------------------------------|
| Grigliati: | 0.30 | 5.07 | 1.52 | sui trasversi |
| Armamento: | - | - | 2.00 | su ogni longherina |
| Barriere fonoassorbenti: | - | - | 16.00 | lungo ogni parete dell'impalcato |
| Mensole laterali+Velette: | - | - | 7.50 | lungo ogni parete dell'impalcato |

- Permanenti portati complessivi = $(2 \cdot 2 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 7.50) \cdot 60.84 + 1.52 \cdot 7.37 \cdot 12 = \mathbf{3237}$ kN

TRENO DI CARICO SW2

Per una portata teorica pari a 60.84 m i carichi equivalenti flettenti risultano i seguenti:

$$SW2: 120.8 \times 1.12 = 135.3 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carico totale SW2 equivalente: } 135.3 \times 60.84 = \mathbf{8231 \text{ kN}}$$

il carico complessivo calcolato manualmente direttamente dall'analisi dei carichi, risulterà pertanto:

$$\mathbf{G1+G2+SW2 = 15818 \text{ KN}}$$

1.1.2 Output reazioni MODELLO DI CALCOLO

Considerando sul modello di calcolo una condizione di carico pari alla somma di G1+G2+SW2 equivalente (dinamizzato) è risultato quanto segue:

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

| Load Case Name | Load Case Type | Scale Factor |
|---------------------|----------------|--------------|
| SW2_equivalente | Linear Static | 1. |
| SW2_equivalente | Linear Static | 1. |
| PP+PERMPORT+FONOASS | Combination | 1. |

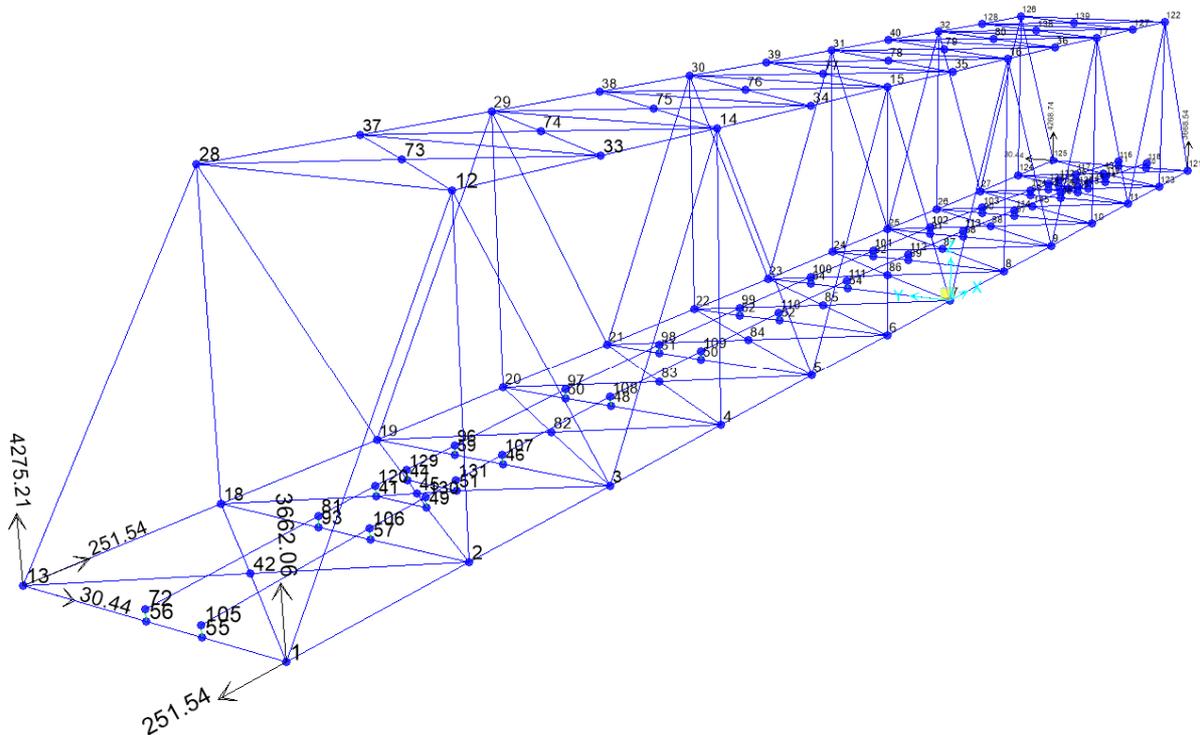


TABLE: Joint Reactions

| Joint | OutputCase | CaseType | F1 | F2 | F3 | M1 | M2 | M3 |
|-------|--------------------|-------------|----------|---------|--------------|------|------|------|
| Text | Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m |
| 1 | REAZIONI_CONTROLLO | Combination | -251.542 | 0 | 3662.063 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | REAZIONI_CONTROLLO | Combination | 251.542 | -30.441 | 4275.211 | 0 | 0 | 0 |
| 121 | REAZIONI_CONTROLLO | Combination | 0 | 0 | 3668.539 | 0 | 0 | 0 |
| 125 | REAZIONI_CONTROLLO | Combination | 0 | 30.441 | 4268.736 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | 15875 | KN | | |

Le reazioni verticali per la condizione elementare con carichi (non fattorizzati) da peso proprio+permanententi portati+ treni teorici risultano circa pari a **15875 kN**, pertanto sostanzialmente equivalenti a quanto calcolato manualmente.