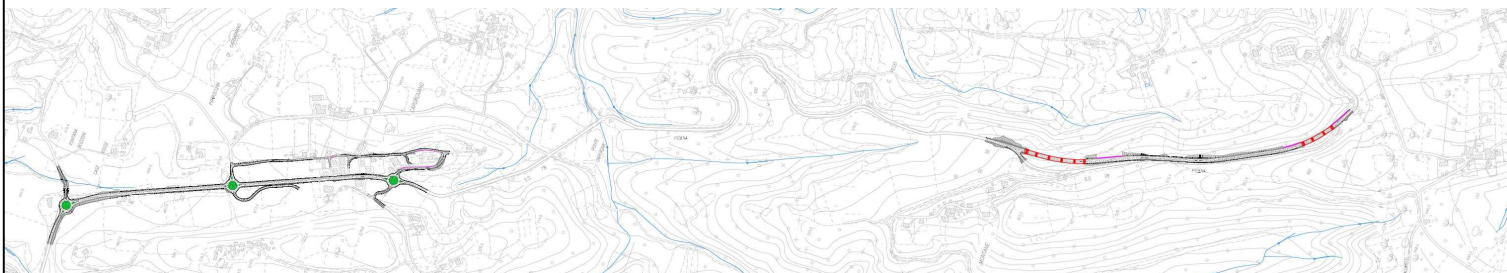


## S.S. 78 "SARNANO - AMANDOLA"

### LAVORI DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO TECNICO FUNZIONALE DELLA SEZIONE STRADALE IN T.S. E POTENZIAMENTO DELLE INTERSEZIONI - 1° STRALCIO



## PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE



GRUPPO DI LAVORO ANAS

PROGETTAZIONE



RESPONSABILE DEI LAVORI

IL PROGETTISTA

Ing. Valerio BAJETTI  
 Ordine degli Ingegneri della  
 provincia di Roma n° A26211  
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA  
 IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio BAJETTI  
 Ordine degli Ingegneri della  
 provincia di Roma n° 10112  
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marco MANCINA

PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

**G201**

## CAPITOLO G - PROGETTO STRUTTURALE

### CAPITOLO G2 - VIADOTTO 02

#### RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PROGETTO  
 D 2 2 0 1

NOME FILE

G201-T02VI02STRRE01\_A.dwg

CODICE  
 ELAB.

T 0 2 V I 0 2 S T R R E 0 1

REVISIONE

SCALA:

A

-----

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

MARZO  
 2022

ING. VALERIO  
 BAJETTI

ING. GIANCARLO  
 TANZI

ING. VALERIO  
 BAJETTI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## SOMMARIO

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 1     | INTRODUZIONE .....   | 3   |
| 2     | NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....                                   | 6   |
| 3     | SOFTWARE DI CALCOLO.....   | 7   |
| 3.1   | CONVENZIONI GENERALI .....                                       | 8   |
| 4     | MATERIALI .....  | 9   |
| 4.1   | CONGLOMERATI CEMENTIZI.....                                      | 9   |
| 4.1.1 | Generalità .....   | 9   |
| 4.1.2 | Durabilità - Classi di esposizione e copriferri.....             | 9   |
| 4.1.4 | Soletta in c.a. – Getto in opera .....                           | 10  |
| 4.1.5 | Baggioli – Getto in opera .....                                  | 10  |
| 4.1.6 | Lastre prefabbricate .....                                       | 11  |
| 4.1.7 | Cordoli bordo ponte – Getto in opera.....                        | 11  |
| 4.2   | ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA PER ELEMENTI IN C.A..... | 12  |
| 4.3   | ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA.....                           | 12  |
| 4.4   | CONNETTORI .....   | 12  |
| 4.5   | ACCIAIO PER BULLONI .....  | 12  |
| 5     | IMPOSTAZIONE DELLE ANALISI .....                                 | 13  |
| 5.1   | ANALISI DELL'IMPALCATO.....                                      | 13  |
| 6     | ANALISI DEI CARICHI.....   | 14  |
| 6.1   | CARICHI AGENTI IN FASE 1 .....                                   | 14  |
| 6.2   | CARICHI AGENTI IN FASE 2 .....                                   | 14  |
| 6.2.1 | Carichi permanenti.....  | 14  |
| 6.2.2 | Reologia del calcestruzzo .....                                  | 15  |
| 6.3   | CARICHI AGENTI IN FASE 3 .....                                   | 17  |
| 6.3.1 | Variazioni termiche .....  | 17  |
| 6.3.2 | Carichi mobili .....   | 18  |
| 6.3.3 | Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione .....      | 19  |
| 6.3.4 | Azione centrifuga .....  | 19  |
| 6.3.5 | Azione del vento .....   | 20  |
| 6.4   | CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....                       | 21  |
| 6.4.1 | Azioni sismiche.....   | 25  |
| 7     | COMBINAZIONI DI CARICO .....                                     | 27  |
| 8     | ANALISI STRUTTURALE .....  | 30  |
| 8.1   | MODELLO FEM.....   | 30  |
| 8.2   | SOLLECITAZIONI TRAVI.....  | 34  |
| 9     | VERIFICHE PRINCIPALI DELL'IMPALCATO .....                        | 40  |
| 9.1   | VERIFICA TRAVI PRINCIPALI IN ACCIAIO-CALCESTRUZZO.....           | 40  |
| 9.1.1 | SLU – Resistenza delle sezioni .....                             | 48  |
| 9.1.2 | SLE – “Web breathing” .....                                      | 108 |
| 9.2   | VERIFICHE A FATICA.....  | 109 |
| 9.2.1 | Generalità.....  | 109 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 9.2.2  | Amplificazione dinamica .....   | 112 |
| 9.2.3  | Dettagli e coefficienti di sicurezza.....                                     | 113 |
| 9.2.4  | Report dei dettagli di carpenteria.....                                       | 114 |
| 9.3    | VERIFICA CONNESSIONE TRAVE SOLETTA.....                                       | 148 |
| 9.3.1  | Generalità.....   | 148 |
| 9.3.2  | Caratteristiche piolatura corrente .....                                      | 151 |
| 9.3.3  | Detailing.....  | 151 |
| 9.3.4  | Verifiche allo SLU e allo SLE .....   | 153 |
| 9.3.5  | Verifiche a fatica.....   | 177 |
| 9.4    | VERIFICA DEI TRAVERSI.....  | 207 |
| 10     | ANALISI E VERIFICA DELLA SOLETTA .....  | 209 |
| 10.1   | VERIFICA COPPELLA IN FASE DI GETTO.....                                       | 209 |
| 10.1.1 | Sbalzo .....  | 210 |
| 10.1.2 | Campata.....  | 211 |
| 10.2   | ANALISI TRASVERSALE DELLA SOLETTA.....  | 212 |
| 10.2.1 | Sollecitazioni trasversali soletta .....                                      | 216 |
| 10.2.2 | Verifiche di resistenza a flessione sezione in appoggio – SLU.....            | 223 |
| 10.2.3 | Verifiche di resistenza a flessione sezione in campata – SLU.....             | 224 |
| 10.2.4 | Verifiche di resistenza a taglio – SLU .....                                  | 225 |
| 10.2.5 | Verifiche di durabilità SLE – Sezione di appoggio .....                       | 226 |
| 10.2.6 | Verifiche di durabilità SLE – Sezione in campata .....                        | 227 |
| 11     | DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTO, VARCHI .....                                | 228 |
| 11.1   | DISPOSITIVI DI APPOGGIO ISOLATORI – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI.....        | 228 |
| 11.2   | DISPOSITIVI DI APPOGGIO ISOLATORI – DEFORMAZIONI ORIZZONTALI – SISMA SLC..... | 228 |
| 11.3   | DISPOSITIVI DI GIUNTO SU SPALLE.....  | 228 |
| 11.4   | VARCHI SU SPALLE .....  | 228 |
| 12     | ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DEI CODICI DI CALCOLO.....           | 229 |
| 12.1   | ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE DI CALCOLO.....                        | 229 |
| 12.2   | AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI.....                                       | 229 |
| 12.3   | GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....                         | 231 |
| 12.3.1 | Ripartizione trasversale carico accidentale .....                             | 231 |

## 1 INTRODUZIONE

Oggetto del presente elaborato sono le analisi e i calcoli statici e dinamici svolti per lo studio e la verifica della *nuova sovrastruttura di impalcato* relativa al *Viadotto 01* dalla progressiva 0+119.00 alla progressiva 0+371.60 nell'ambito del progetto S.S. 78 "Sarnano – Amandola" – *Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni - 1° stralcio*".

L'impalcato, disposto in leggera curva, presenta uno schema statico di trave continua su n. 8 appoggi ed è composto da n. 4 travi principali in acciaio di luci nette tra gli assi appoggi, misurate in asse al ponte, pari a **31.0 m** per le campate di riva e pari a **38.0 m** per le campate centrali. Le travi metalliche sono connesse da un'orditura secondaria di traversi, e dalla soletta in c.a. di spessore pari a 30 cm resa collaborante attraverso l'utilizzo di connettori metallici. La larghezza dell'impalcato che sostiene la singola carreggiata è variabile con larghezza massima pari a circa 15.00 m misurata in corrispondenza al filo esterno dei cordoli per le campate centrali e pari a 12.00 m per le campate di riva.

Per le *spalle* si prevede la realizzazione di un sistema tradizionale realizzato con muri frontali, muretti paraghiaia, muri di risvolto e zattera di fondazione. Le sottofondazioni sono previste con pali di grande diametro pari a 1200 mm.

Per le pile si prevede la realizzazione di un fusto con sezione trasversale rettangolare allungata fondato su una zattera di fondazione e pali di grande diametro pari a 1200 mm.

Per i dettagli delle carpenterie si rimanda agli elaborati grafici e alla relazione di calcolo delle sottostrutture.

A estradosso dei muri frontali e dei fusti pila sono alloggiati i dispositivi di appoggio.

Il sistema di vincolo alle sottostrutture è costituito da appoggi isolatori ad alto smorzamento in elastomero armato (HDRB) aventi le seguenti caratteristiche:

$k_{h-eq} \cong 1.51 \text{ kN/mm} \Rightarrow$  rigidezza orizzontale equivalente;

$k_{v-eq} \cong 1403 \text{ kN/mm} \Rightarrow$  rigidezza verticale equivalente;

$\xi_{eq} = 15\% \Rightarrow$  smorzamento equivalente minimo;

$G_{din} = 0.8 \text{ MPa} \Rightarrow$  modulo di elasticità tangenziale.

Per le luci in gioco, la scelta di realizzare la struttura mediante travi composte *acciaio-calcestruzzo* è dettata da una serie di vantaggi fra cui:

- 1) *massa della struttura ridotta*
- 2) *ottimizzazione della trasportabilità e posa in opera degli elementi metallici;*
- 3) *ridotto impegno delle aree di cantiere.*

L'impalcato è realizzato mediante n.4 travi in acciaio di altezza variabile pari a 1000 mm nelle campate e altezza pari a 2000 mm in appoggio poste ad un interasse pari a 3.00 m.

Le giunzioni longitudinali sono di tipo saldato a completo ripristino di resistenza. La sovrastruttura è costituita da conci di lunghezza massima pari a 12 m.

La realizzazione della soletta viene eseguita con l'ausilio di lastre prefabbricate in calcestruzzo dello spessore di 70 mm.

La collaborazione fra le travi in acciaio e la ripartizione trasversale dei carichi è garantita, oltre che dalla soletta collaborante, da traversi reticolari posti a interasse pari a 5.00 m in campata e pari a 3.00 m in appoggio realizzati mediante profili aperti a angolari a lati uguali 100x100x10 mm accoppiati.

In questa relazione si procede alla verifica delle strutture sotto i carichi definiti dai regolamenti vigenti: DM 2018 ed Eurocodici.

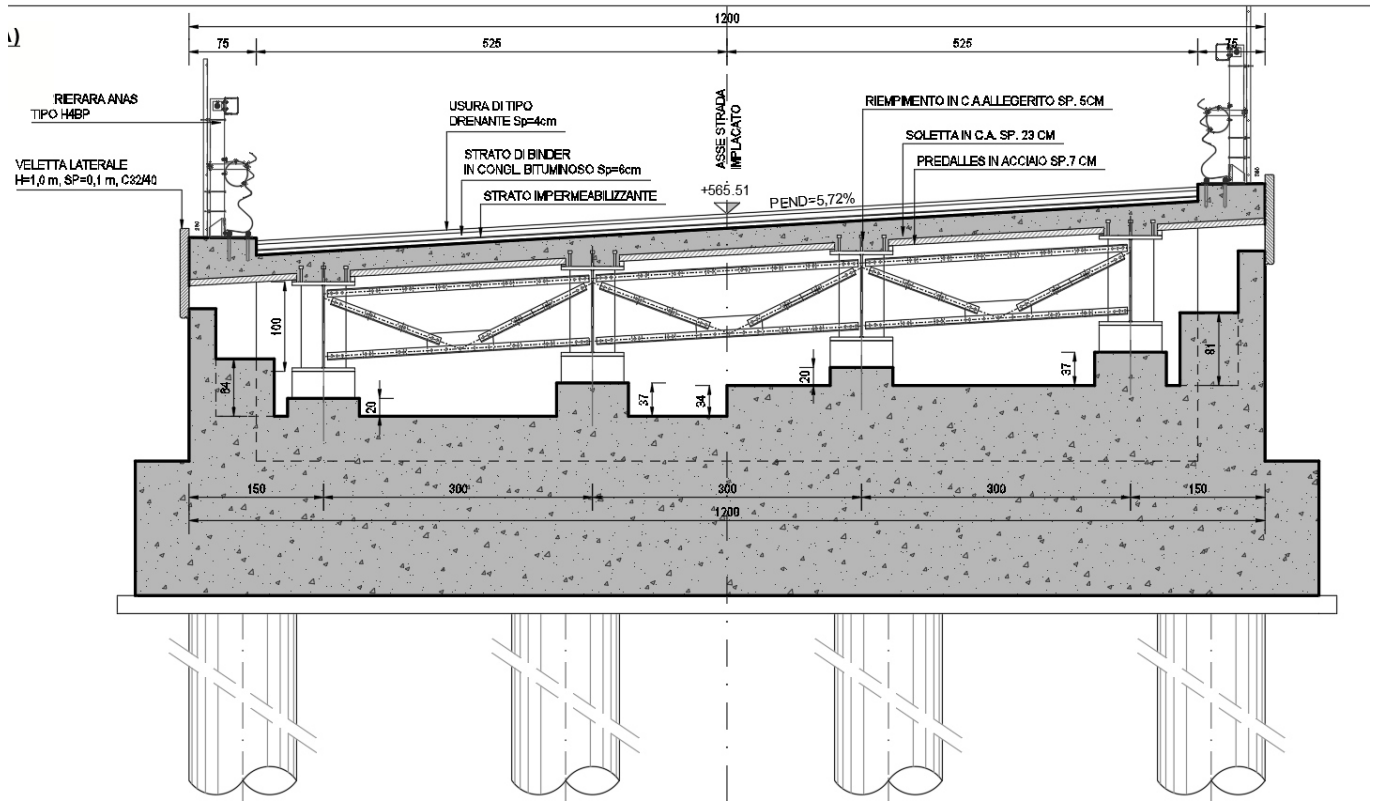


FIGURA 1-1. SEZIONE TRASVERSALE DELL'IMPALCATO IN SPALLA

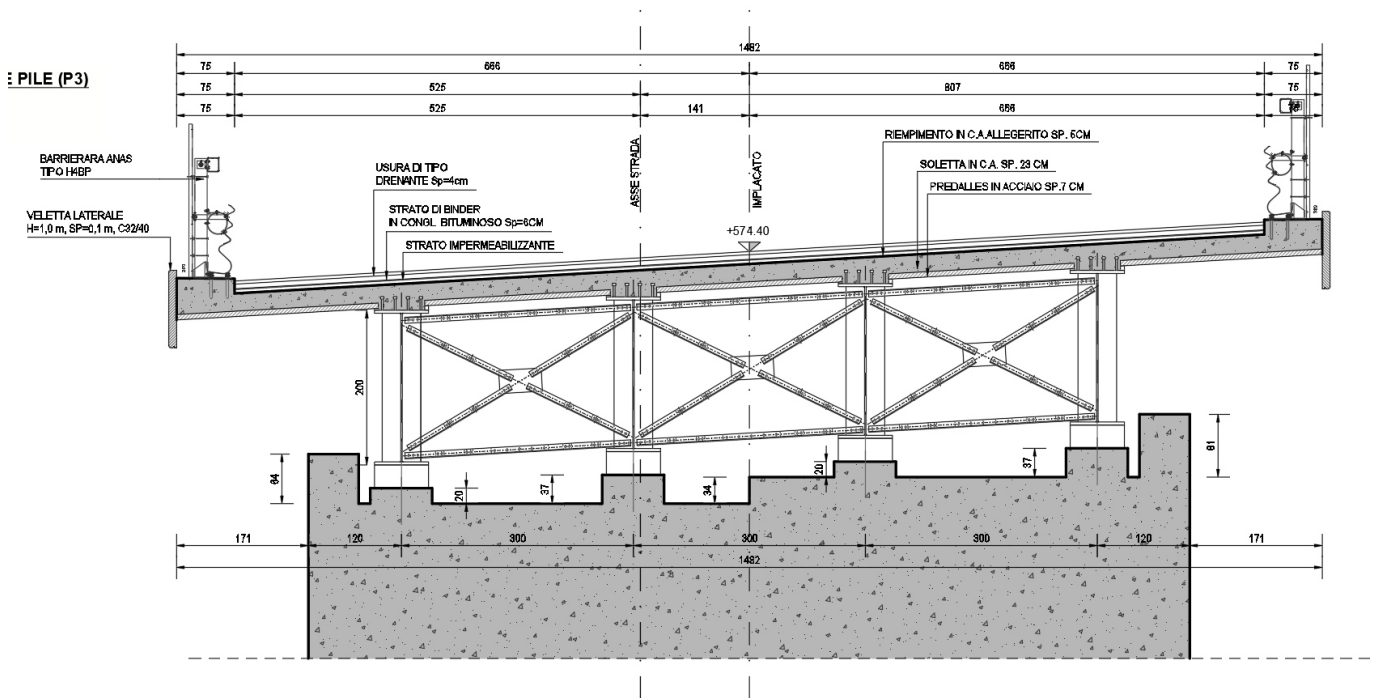


FIGURA 1-2. SEZIONE TRASVERSALE DELL'IMPALCATO IN PILA

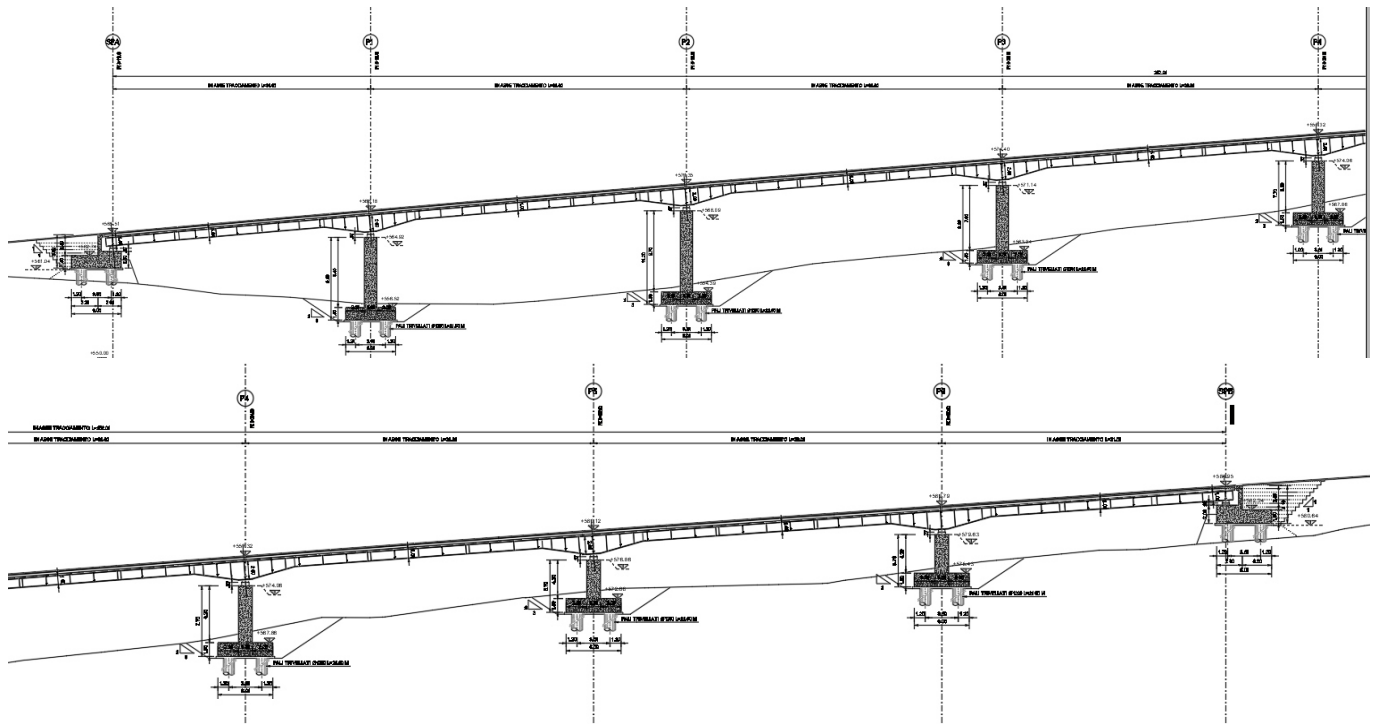


FIGURA 1-3. PROFILO LONGITUDINALE IMPALCATO

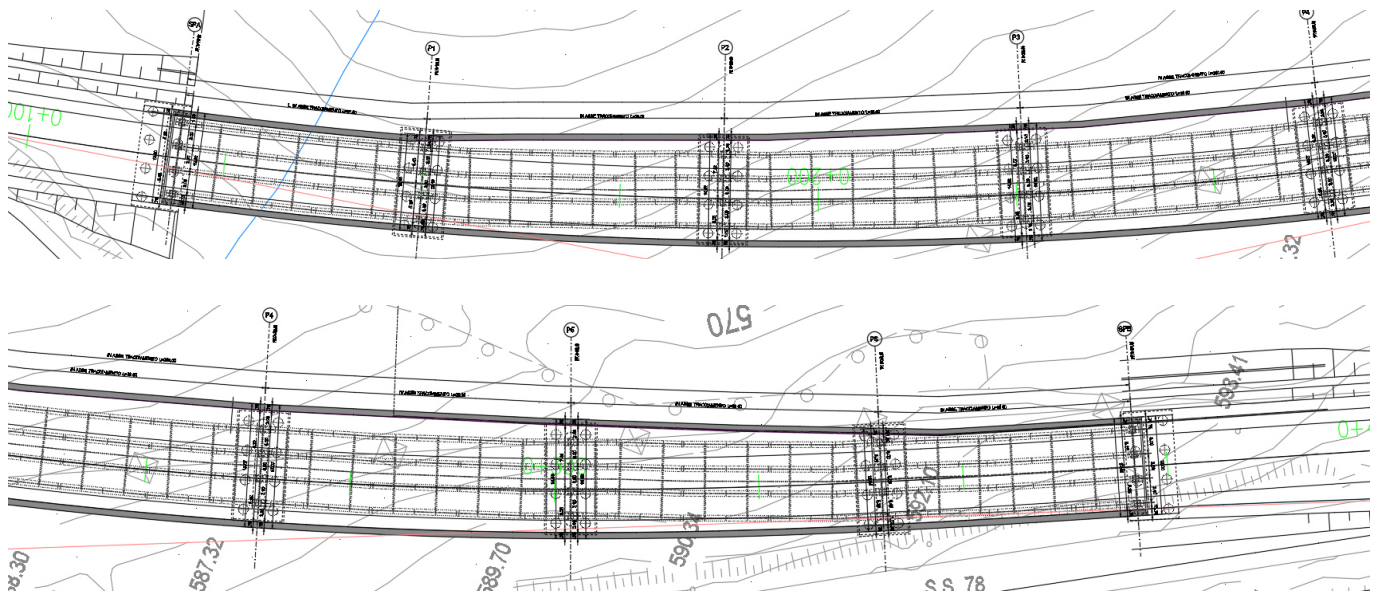


FIGURA 1-4. PIANTA IMPALCATO

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le relative verifiche sono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente *Normativa italiana* e da quella europea (*Eurocodici*).

In particolare, si è fatto riferimento a:

- [1] D.M. 17/01/2018      *NTC 2018 - Nuova normativa tecnica per le costruzioni*
- [2] EN 1990              *Basi della progettazione strutturale*
- [3] EN 1991              *Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture:*
  - a.      *Parte 4: Azioni sulle strutture – Azione del vento*
  - b.      *Parte 5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche*
  - c.      *Parte 2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti*
- [4] EN 1992              *Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo*
  - a.      *Parte 2: Ponti di calcestruzzo*
- [5] EN 1993              *Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio*
  - a.      *Parte 2: Ponti di acciaio*
- [6] EN 1994              *Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo*
  - a.      *Parte 2: Regole generali e regole per i ponti*
- [7] EN 1998              *Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica*
  - a.      *Parte 2: Ponti*

### 3 SOFTWARE DI CALCOLO

Per l'analisi strutturale dell'impalcato e delle sottostrutture si adotta il metodo degli elementi finiti; si utilizza, a tale fine, il pacchetto software denominato *CSiBridge (ver. 15.1.1)*. Il pacchetto software comprende un preprocessore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base e all'interpretazione dei risultati di output, ed un risolutore ad elementi finiti.

Per le verifiche delle sezioni in acciaio ed acciaio calcestruzzo si adotta il programma *Ponti EC4* sviluppato da *Alhambra s.r.l.*. Il programma opera sulla base di un database di sezioni opportunamente sincronizzato con quello del sistema ad elementi finiti, ed effettua le verifiche di resistenza e di stabilità locale di membrature in acciaio ed acciaio-clt sulla base dei criteri contenuti negli *Eurocodici* di riferimento (*EN 1993, EN 1994*), e in osservanza a quanto previsto da *NTC-18*.

In particolare, la procedura opera, per ciascuna sezione, le seguenti verifiche:

- calcolo proprietà geometrico - statiche delle sezioni nelle varie fasi considerate

**SLU:**

- identificazione delle sezioni, consistente nella pre-classificazione dei singoli componenti, e nella classificazione effettiva, effettuata sulla base di ciascuna combinazione di carico.
- verifica per tensioni normali (interazione N/M):
  - sezioni cl. 1 e 2: analisi e verifica plastica di ciascuna sezione, e deduzione del rapporto di sfruttamento plastico;
  - sezioni classe 3: analisi tensionale elastica su sezione lorda, con calcolo del rapporto di sfruttamento elastico;
  - sezioni classe 4: analisi tensionale elastica su sezione efficace, con calcolo del rapporto di sfruttamento elastico;
- taglio: verifica a taglio plastico, includendo i fenomeni di shear buckling
- interazione pressoflessione - taglio (N-M-V): deduzione del rapporto di sfruttamento finale della sezione
- verifica rapporto  $V_{Ed}/V_{Rd}$  piolature (sezioni con rapporto di sfruttamento plastico a flessione  $\leq 1$ ;
- calcolo plastico piolature (sezioni con rapporto di sfruttamento plastico a flessione  $> 1$ ).

**SLE:**

- verifica elastica delle tensioni in esercizio
- verifica Web Breathing
- fessurazione soletta
- verifica elastica piolature

**SLF (fatica):**

- verifica, con il metodo dei coefficienti  $\lambda$ , per preselezionate categorie di dettaglio;
- verifica, con il metodo dei coefficienti  $\lambda$ , della connessione travi/soletta



### 3.1 CONVENZIONI GENERALI

Nel prosieguo del presente elaborato si adotteranno le notazioni contemplate dalle varie norme EN di riferimento.

Le unità di misura sono quelle relative al sistema internazionale, ovvero:

lunghezze: m

forze - coppie: kN

tensioni: MPa

Per quanto riguarda le convenzioni di segno, si considerano, in generale, positive le trazioni.

Convenzioni specifiche verranno riportate nel prosieguo della presente relazione.

Si farà riferimento, di norma, a sistemi di tipo cartesiano ortogonale, in cui, in generale, si ha piano x-y orizzontale, con x posto tangente al tracciato nel punto in esame ed asse z verticale.

In generale, per quanto riguarda le azioni interne nell'impalcato, salvo diversamente specificato, si indicherà con:

F<sub>x</sub> azione assiale

F<sub>y</sub> azione tagliante agente nel piano orizzontale

F<sub>z</sub> azione tagliante agente nel piano verticale

M<sub>x</sub> momento torcente

M<sub>y</sub> momento flettente agente nel piano verticale

M<sub>z</sub> momento flettente agente nel piano orizzontale

Le verifiche dell'impalcato verranno eseguite esclusivamente con riferimento alle caratteristiche F<sub>x</sub>, F<sub>z</sub>, M<sub>y</sub>, dal momento che risultano non significativi i contributi F<sub>y</sub>, M<sub>x</sub> ed M<sub>z</sub>.

In particolare, per le sollecitazioni verrà impiegata anche la seguente notazione alternativa:

M (M<sub>f</sub>) in luogo di M<sub>y</sub>

V in luogo di F<sub>z</sub>

T in luogo di M<sub>x</sub>

Nell'ambito dell'adozione del sistema di riferimento elementare, si precisa che le azioni flettenti di trave sono da intendersi:

- POSITIVE: se le fibre tese sono rivolte all'estradosso trave

- NEGATIVE: se le fibre tese sono rivolte all'intradosso trave

## 4 MATERIALI

### 4.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

#### 4.1.1 GENERALITÀ

Le materie di base dei vari mix-design dovranno rispettare quanto riportato nelle seguenti:

- *UNI ENV 12620 e UNI EN 13055-1* ⇒ per gli aggregati;
- *UNI EN 1008: 2003* ⇒ per l'acqua di impasto;
- *UNI EN 197* ⇒ per il cemento;
- *UNI EN 934-2* ⇒ per gli additivi super fluidificanti e/o ritardanti.

#### 4.1.2 DURABILITÀ - CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Per assicurare la necessaria durabilità all'opera in esame in relazione alla vita nominale della stessa si sono scelte, per i differenti elementi strutturali componenti l'opera, le classi di esposizione ed i valori di copriferro riassunti di seguito:

- *Soletta impalcato*  
Classe di esposizione: *XC4-XD3-XF4*  
Classe calcestruzzo: *C35/45*  
Copriferro minimo: *45 mm*
- *Baggioli*  
Classe di esposizione: *XC4-XF1-XD1*  
Copriferro minimo: *35 mm*  
Classe calcestruzzo: *C35/45*
- *Lastre prefabbricate*  
Classe di esposizione: *XC4-XD1*  
Copriferro minimo: *30 mm*  
Classe calcestruzzo: *C40/50*
- *Cordoli bordo ponte*  
Classe di esposizione: *XC4-XD3-XF4*  
Copriferro minimo: *45 mm*  
Classe calcestruzzo: *C35/45*

#### 4.1.4 SOLETTA IN C.A. – GETTO IN OPERA

|                      |        |       |   |
|----------------------|--------|-------|---|
| $R_{ck}$             | 45     | [MPa] | Resistenza caratteristica cubica                  |
| $f_{ck}$             | 37.4   | [MPa] | Resistenza caratteristica cilindrica              |
| $\gamma_c$           | 1.5    | [-]   | Coefficiente di sicurezza parziale                |
| $\alpha_{cc}$        | 0.85   | [-]   | Coefficiente per effetti a lungo termine          |
| $f_{cm}$             | 45.4   | [MPa] | Valore medio resistenza a compressione cilindrica |
| $f_{ctm}$            | 3.4    | [MPa] | Valore medio resistenza a trazione                |
| $E_{cm}$             | 34625  | [MPa] | Modulo di elasticità                              |
| $\epsilon_{c1}$      | 0.002  | [-]   | Deformazione unitaria per la tensione $f_c$       |
| $\epsilon_{cu}$      | 0.0035 | [-]   | Deformazione unitaria ultima                      |
| $f_{cd}$             | 21.2   | [MPa] | Resistenza di progetto a compressione             |
| $f_{ctd}$            | 1.56   | [MPa] | Resistenza di progetto a trazione                 |
| $\sigma_{c,caratt.}$ | 22.4   | [MPa] | Tensione limite - Comb. caratteristica            |
| $\sigma_{c,q.p.}$    | 16.8   | [MPa] | Tensione limite - Comb. quasi permanente          |

Le altre caratteristiche richieste sono:

- rapporto acqua cemento a/c  $\leq 0.45$ ;
- slump S4;
- diametro massimo aggregati  $< 20$  mm.

#### 4.1.5 BAGGIOLI – GETTO IN OPERA

|                      |        |       |   |
|----------------------|--------|-------|---|
| $R_{ck}$             | 45     | [MPa] | Resistenza caratteristica cubica                  |
| $f_{ck}$             | 37.4   | [MPa] | Resistenza caratteristica cilindrica              |
| $\gamma_c$           | 1.5    | [-]   | Coefficiente di sicurezza parziale                |
| $\alpha_{cc}$        | 0.85   | [-]   | Coefficiente per effetti a lungo termine          |
| $f_{cm}$             | 45.4   | [MPa] | Valore medio resistenza a compressione cilindrica |
| $f_{ctm}$            | 3.4    | [MPa] | Valore medio resistenza a trazione                |
| $E_{cm}$             | 34625  | [MPa] | Modulo di elasticità                              |
| $\epsilon_{c1}$      | 0.002  | [-]   | Deformazione unitaria per la tensione $f_c$       |
| $\epsilon_{cu}$      | 0.0035 | [-]   | Deformazione unitaria ultima                      |
| $f_{cd}$             | 21.2   | [MPa] | Resistenza di progetto a compressione             |
| $f_{ctd}$            | 1.56   | [MPa] | Resistenza di progetto a trazione                 |
| $\sigma_{c,caratt.}$ | 22.4   | [MPa] | Tensione limite - Comb. caratteristica            |
| $\sigma_{c,q.p.}$    | 16.8   | [MPa] | Tensione limite - Comb. quasi permanente          |

Le altre caratteristiche richieste sono:

- rapporto acqua cemento a/c  $\leq 0.50$ ;
- slump S4;
- diametro massimo aggregati  $< 20$  mm.

#### 4.1.6 LASTRE PREFABBRICATE

|                      |        |       |   |
|----------------------|--------|-------|---|
| $R_{ck}$             | 50     | [MPa] | Resistenza caratteristica cubica                  |
| $f_{ck}$             | 41.5   | [MPa] | Resistenza caratteristica cilindrica              |
| $\gamma_c$           | 1.5    | [-]   | Coefficiente di sicurezza parziale                |
| $\alpha_{cc}$        | 0.85   | [-]   | Coefficiente per effetti a lungo termine          |
| $f_{cm}$             | 49.5   | [MPa] | Valore medio resistenza a compressione cilindrica |
| $f_{ctm}$            | 3.60   | [MPa] | Valore medio resistenza a trazione                |
| $E_{cm}$             | 35547  | [MPa] | Modulo di elasticità                              |
| $\epsilon_{c1}$      | 0.002  | [-]   | Deformazione unitaria per la tensione $f_c$       |
| $\epsilon_{cu}$      | 0.0035 | [-]   | Deformazione unitaria ultima                      |
| $f_{cd}$             | 23.5   | [MPa] | Resistenza di progetto a compressione             |
| $f_{ctd}$            | 1.68   | [MPa] | Resistenza di progetto a trazione                 |
| $\sigma_{c,caratt.}$ | 24.9   | [MPa] | Tensione limite - Comb. caratteristica            |
| $\sigma_{c,q.p.}$    | 18.7   | [MPa] | Tensione limite - Comb. quasi permanente          |

Le altre caratteristiche richieste sono:

- rapporto acqua cemento a/c  $\leq 0.45$ ;
- slump S4;
- diametro massimo aggregati  $< 16$  mm.

#### 4.1.7 CORDOLI BORDO PONTE – GETTO IN OPERA

|                      |        |       |   |
|----------------------|--------|-------|---|
| $R_{ck}$             | 45     | [MPa] | Resistenza caratteristica cubica                  |
| $f_{ck}$             | 37.4   | [MPa] | Resistenza caratteristica cilindrica              |
| $\gamma_c$           | 1.5    | [-]   | Coefficiente di sicurezza parziale                |
| $\alpha_{cc}$        | 0.85   | [-]   | Coefficiente per effetti a lungo termine          |
| $f_{cm}$             | 45.4   | [MPa] | Valore medio resistenza a compressione cilindrica |
| $f_{ctm}$            | 3.4    | [MPa] | Valore medio resistenza a trazione                |
| $E_{cm}$             | 34625  | [MPa] | Modulo di elasticità                              |
| $\epsilon_{c1}$      | 0.002  | [-]   | Deformazione unitaria per la tensione $f_c$       |
| $\epsilon_{cu}$      | 0.0035 | [-]   | Deformazione unitaria ultima                      |
| $f_{cd}$             | 21.2   | [MPa] | Resistenza di progetto a compressione             |
| $f_{ctd}$            | 1.56   | [MPa] | Resistenza di progetto a trazione                 |
| $\sigma_{c,caratt.}$ | 22.4   | [MPa] | Tensione limite - Comb. caratteristica            |
| $\sigma_{c,q.p.}$    | 16.8   | [MPa] | Tensione limite - Comb. quasi permanente          |

Le altre caratteristiche richieste sono:

- rapporto acqua cemento a/c  $\leq 0.45$ ;
- slump S4;
- diametro massimo aggregati  $< 16$  mm.

## 4.2 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA PER ELEMENTI IN C.A

|                   |              |  |
|-------------------|--------------|--|
| <b>Classe</b>     | <b>B450C</b> |  |
| $f_{yk}$          | 450 [MPa]    | Resistenza a snervamento                   |
| $\gamma_{\sigma}$ | 1.15 [-]     | Coefficiente di sicurezza                  |
| $E_s$             | 210000 [MPa] | Modulo di elasticità                       |
| $\epsilon_{ys}$   | 0.0019 [-]   | Deformazione unitaria a snervamento        |
| $\epsilon_{ou}$   | $\infty$ [-] | Deformazione unitaria ultima               |
| $f_{yd}$          | 391.3 [MPa]  | Resistenza di progetto                     |
| $\sigma_{\sigma}$ | 360 [MPa]    | Tensione limite acciaio - Combinazioni SLS |

## 4.3 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Classe di esecuzione EXC3, secondo la UNI EN 1090.

|               |              |                          |
|---------------|--------------|--------------------------|
| <b>Classe</b> | <b>S355</b>  |                          |
| $f_{yk}$      | 355 [MPa]    | Resistenza a snervamento |
| $f_{tk}$      | 510 [MPa]    | Resistenza a rottura     |
| $E_s$         | 210000 [MPa] | Modulo di elasticità     |

## 4.4 CONNETTORI

*Pioli tipo Nelson ST 37 - 3K*

|          |           |                          |
|----------|-----------|--------------------------|
| $f_{yk}$ | 350 [MPa] | Resistenza a snervamento |
| $f_{tk}$ | 450 [MPa] | Resistenza a rottura     |

## 4.5 ACCIAIO PER BULLONI

*Bulloni per giunzioni ad attrito*

|                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Viti                    | Classe 10.9 (secondo UNI 5712)    |
| Dadi                    | Classe 10 - 8G (secondo UNI 5713) |
| Rondelle                | C 50 (secondo UNI 5714)           |
| Coefficiente di attrito | $\mu = 0.30$                      |

## 5 IMPOSTAZIONE DELLE ANALISI

### 5.1 ANALISI DELL'IMPALCATO

Il comportamento strutturale dell'opera è stato studiato mediante un modello ad elementi finiti finalizzato a ricavare le sollecitazioni globali dovute ai carichi permanenti ed ai carichi accidentali.

Le travi metalliche sono state suddivise in *n.* 27 conci per cui si rimanda agli elaborati grafici specifici.

Nelle seguenti tabelle sono riassunte le caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali delle travi principali in acciaio adottate per le verifiche agli *SLU*, *SLF* e *SLE*. Si riportano le caratteristiche di metà impalcato in quanto sia la geometria che le sollecitazioni risultano simmetriche.

| Sections | X (m) | hs (mm) | bsup (mm) | tsup (mm) | hw (mm) | tw (mm) | binf (mm) | tinf (mm) | tcls (mm) | hcop (mm) | beff (mm) |
|----------|-------|---------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| C1_S0    | 0     | 1 000   | 700       | 30        | 920     | 24      | 1 100     | 50        | 230       | 70        | 3 928     |
| C1_S1    | 8     | 1 000   | 700       | 30        | 920     | 24      | 1 100     | 50        | 230       | 70        | 3 928     |
| C2_S2    | 18    | 1 000   | 700       | 30        | 910     | 22      | 1 100     | 60        | 230       | 70        | 4 500     |
| C3_S3    | 26    | 1 000   | 700       | 60        | 880     | 24      | 1 100     | 60        | 230       | 70        | 4 000     |
| C4_S4    | 31    | 2 000   | 700       | 60        | 1 880   | 24      | 1 100     | 60        | 230       | 70        | 4 000     |
| C5_S5    | 37    | 1 000   | 700       | 60        | 880     | 22      | 1 100     | 60        | 230       | 70        | 4 000     |
| C5_S6    | 45    | 1 000   | 700       | 60        | 880     | 22      | 1 100     | 60        | 230       | 70        | 4 000     |
| C6_SM    | 50    | 1 000   | 700       | 50        | 890     | 18      | 1 100     | 60        | 230       | 70        | 4 000     |

| Sections | Fisup (mm) | pbsup (mm) | csup (mm) | Fiinf (mm) | pbinf (mm) | cinf (mm) | d pioli (mm) | h pioli (mm) | n pioli (/m) |
|----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| C1_S0    | 20         | 100        | 40        | 20         | 100        | 70        | 22           | 200          | 30           |
| C1_S1    | 20         | 100        | 40        | 20         | 100        | 70        | 22           | 200          | 30           |
| C2_S2    | 16         | 200        | 40        | 16         | 200        | 70        | 22           | 200          | 20           |
| C3_S3    | 16         | 200        | 40        | 16         | 200        | 70        | 22           | 200          | 30           |
| C4_S4    | 20         | 100        | 40        | 20         | 100        | 70        | 22           | 200          | 30           |
| C5_S5    | 16         | 200        | 40        | 16         | 200        | 70        | 22           | 200          | 30           |
| C5_S6    | 16         | 200        | 40        | 16         | 200        | 70        | 22           | 200          | 30           |
| C6_SM    | 16         | 200        | 40        | 16         | 200        | 70        | 22           | 200          | 20           |

TABELLA 5-1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONI

Per l'impalcato in struttura mista *acciaio-calcestruzzo* si tiene conto, in fase di analisi, del succedersi delle varie fasi di vita della struttura:

**Fase 1:** posizionamento travatura metallica (*travi, traversi predalles*) e getto della soletta in c.a.;

**Fase 2:** effetto dei carichi dilunga durata;

**Fase 3:** effetto dei carichi istantanei.

In *fase 1* si considerano le travi metalliche isolate, mentre lo studio delle sollecitazioni per le *fasi 2* e *3* verrà effettuato considerando la struttura composita.

Si è inoltre tenuto conto, in maniera semplificata, dei fenomeni differiti cui è soggetta la struttura, assegnando in *fase 2* (*azione dei carichi di lunga durata*) adeguati moduli elastici ridotti per la soletta in c.a.

Nella tabella seguente si riassumono le fasi considerate, unitamente ai carichi agenti fase per fase.

| Fase | Carico                   | Schema statico        |
|------|--------------------------|-----------------------|
| 1    | Peso proprio impalcato   | Solo travi metalliche |
| 2a   | Sovraccarichi permanenti | Struttura composta    |
| 2b   | Ritiro soletta impalcato | Struttura composta    |
| 3a   | Gradiente termico        | Struttura composta    |
| 3b   | Carichi mobili           | Struttura composta    |

TABELLA 5-2. FASI DI CARICO IMPALCATO

Ai fini delle verifiche della travata, non si considera la fase sismica, perché non significativa. Le verifiche condotte durante la fase sismica riguardano il dimensionamento delle sottostrutture.

## 6 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi globale della struttura è eseguita differenziando le fasi di vita della stessa e quindi considerando i contributi di carico presentati di seguito.

### 6.1 CARICHI AGENTI IN FASE 1

Tale fase coincide con la posa in opera delle nuove travi in acciaio; La sezione resistente delle travi è costituita dalla sola parte di acciaio, essendo la soletta in calcestruzzo non ancora maturata; i carichi agenti sono quelli dovuti al peso proprio delle travi, dei traversi, della predalle metallica e del getto della soletta.

Si assume per il c.a. un peso specifico pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

#### Peso proprio travi

Si considera un'incidenza di calcolo pari a  $3.0 \text{ kN/m}^2$  corrispondente al peso delle travi longitudinali, dei trasversi e delle giunzioni.

#### Peso proprio soletta

$$G_{s1} = 0.30 \times 25 = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

### 6.2 CARICHI AGENTI IN FASE 2

La sezione resistente è quella composta dalla trave in acciaio e dalla soletta collaborante.

Sulla struttura completa agiscono:

- *Pesi permanenti portati (peso del manto di finitura, arredo);*
- *Ritiro della soletta in calcestruzzo.*

#### 6.2.1 CARICHI PERMANENTI

Si riportano i valori dei carichi uniformemente ripartiti utilizzati.

- *manto stradale:  $G_{p1} \cong 3.5 \text{ kN/m}^2$  ( $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$  – spessore medio 16 cm);*
- *barriera di sicurezza con rete di protezione integrata:  $G_{p3} \cong 2.0 \text{ kN/m}$ ;*
- *cordolo in c.a.:  $G_{p4} \cong 5.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$  – spessore medio 20 cm);*
- *veletta in c.a.v.:  $G_{p5} \cong 2.5 \text{ kN/m}$ .*

Tali carichi sono applicati nei modelli di calcolo considerando la loro effettiva posizione.

## 6.2.2 REOLOGIA DEL CALCESTRUZZO

Il calcolo delle deformazioni conseguenti alla viscosità e al ritiro è effettuato in accordo ai criteri contenuti nel capitolo 3 e nell'appendice B della norma EN 1992-1-1.

Gli effetti di creep sono valutati con l'ausilio di coefficienti di omogeneizzazione opportunamente modificati. Nella tabella che segue viene riportato il valore finale del ritiro e il calcolo dei vari parametri che influenzano il fenomeno, avendo assunto un'umidità relativa pari all'80%.

| DEFORMAZIONI RITIRO SOLETTA |            |                    |                                    |
|-----------------------------|------------|--------------------|------------------------------------|
| $E_c$                       | 13648      | [MPa]              |                                    |
| $A_c$                       | 1.665.E+06 | [mm <sup>2</sup> ] |                                    |
| $u$                         | 11700      | [mm]               |                                    |
| $h_o$                       | 285        | [mm]               |                                    |
| $\alpha_{ds1}$              | 4.00       | [-]                |                                    |
| $\alpha_{ds2}$              | 0.12       | [-]                |                                    |
| $RH$                        | 80         | [%]                |                                    |
| $RH_o$                      | 100        | [%]                |                                    |
| $f_{cm}$                    | 45.35      | [MPa]              |                                    |
| $f_{cm0}$                   | 10         | [MPa]              |                                    |
| $\beta_{RH}$                | 0.7564     | [-]                |                                    |
| $\epsilon_{cd0}$            | 2.462E-04  | [-]                | essiccamento $T_0$                 |
| $k_h$                       | 0.725      | [-]                |                                    |
| $t_s$                       | 28         | [gg]               |                                    |
| $t$                         | 3.65.E+04  | [gg]               |                                    |
| $\beta_{ds}(t, t_s)$        | 0.995      | [-]                |                                    |
| $\epsilon_{cd\infty}$       | 1.776E-04  | [-]                | essiccamento $T_\infty$            |
| $\epsilon_{ca\infty}$       | 6.838E-05  | [-]                |                                    |
| $\beta_{as}(t)$             | 1.000      | [-]                |                                    |
| $\epsilon_{ca}(t=\infty)$   | 6.838E-05  | [-]                | autogeno $T_\infty$                |
| $\epsilon_{CS}(t=\infty)$   | 2.460E-04  | [-]                | autogeno + essiccamento $T_\infty$ |

| SOLLECITAZIONI RITIRO SOLETTA |       |       |
|-------------------------------|-------|-------|
| $h_{cappella}$                | 70    | [mm]  |
| $h_{soletta}$                 | 300   | [mm]  |
| $h_{ritiro}$                  | 230   | [mm]  |
| $B_{rit}$                     | 4000  | [mm]  |
| $N_{rit}$                     | 3088  | [kN]  |
| $Y_2$                         | 0.845 | [m]   |
| $h_{totale}$                  | 1.30  | [m]   |
| $d$                           | 0.340 | [m]   |
| $M_{rit}$                     | 1050  | [kNm] |



| COEFFICIENTE DI VISCOSITA' RITIRO |           |      |
|-----------------------------------|-----------|------|
| $\alpha_1$                        | 0.8341    | [-]  |
| $\alpha_2$                        | 0.9495    | [-]  |
| $\alpha_3$                        | 0.8785    | [-]  |
| $\phi_{RH}$                       | 1.2408    | [-]  |
| $\beta(f_{cm})$                   | 2.495     | [-]  |
| $t_{or}$                          | 1         | [gg] |
| $t_o$                             | 1         | [gg] |
| $\beta(t_o)$                      | 0.909     | [-]  |
| $\phi_o$                          | 2.81      | [-]  |
| $\beta_H$                         | 851.3     | [-]  |
| $t$                               | 3.65.E+04 | [gg] |
| $t-t_o$                           | 3.65.E+04 |      |
| $\beta(t,t_o)$                    | 0.993     | [-]  |
| $\phi(t,t_o)$                     | 2.795     | [-]  |

| COEFFICIENTE DI VISCOSITA' PERMANENTI |           |      |
|---------------------------------------|-----------|------|
| $\alpha_1$                            | 0.8341    | [-]  |
| $\alpha_2$                            | 0.9495    | [-]  |
| $\alpha_3$                            | 0.8785    | [-]  |
| $\phi_{RH}$                           | 1.2408    | [-]  |
| $\beta(f_{cm})$                       | 2.495     | [-]  |
| $t_{or}$                              | 28        | [gg] |
| $t_o$                                 | 28        | [gg] |
| $\beta(t_o)$                          | 0.488     | [-]  |
| $\phi_o$                              | 1.51      | [-]  |
| $\beta_H$                             | 851.3     | [-]  |
| $t$                                   | 3.65.E+04 | [gg] |
| $t-t_o$                               | 3.65.E+04 |      |
| $\beta(t,t_o)$                        | 0.993     | [-]  |
| $\phi(t,t_o)$                         | 1.502     | [-]  |

## 6.3 CARICHI AGENTI IN FASE 3

In questa fase agiscono sull'impalcato completo tutti i carichi accidentali. Per la verifica dell'impalcato si considerano la variazione termica differenziale (*lineare*) e uniforme, le condizioni di carico mobile secondo quanto previsto dal **DM2018** per i ponti di 1° categoria, a cui si aggiungono l'azione del vento, quella di frenamento essendo azioni significative per la verifica delle sottostrutture, e l'azione centrifuga per il tratto in curva.

Di seguito sono riportati in dettaglio i passaggi necessari alla determinazione delle azioni variabili.

### 6.3.1 VARIAZIONI TERMICHE

Per la definizione della variazione termica si considerano i criteri forniti nelle **UNI EN 1991-1-5**.

#### Variazioni termiche uniformi $\Delta t_N$

Per quanto riguarda le variazioni termiche uniformi, in Italia, il range di temperatura dell'aria esterna è definito dai valori riportati nelle **NTC-2018**, cap. 3.5 (zona II -  $a_s \cong 400$  m):

$$T_{min} \cong -10.4^\circ\text{C};$$

$$T_{max} \cong 41.2^\circ\text{C}$$

$$T_{e,min} = T_{min} + 4^\circ\text{C} = -9.4^\circ\text{C};$$

$$T_{e,max} = T_{max} + 4^\circ\text{C} = 45.2^\circ\text{C}$$

Fissando  $T_0$  a  $15^\circ\text{C}$  si ottiene l'escursione termica effettiva subita dall'impalcato:

$$\Delta T_{N,comp} \cong -24.4^\circ\text{C} \qquad \Delta T_{N,exp} \cong +30.2^\circ\text{C}.$$

#### Variazioni termiche lineari $\Delta t_M$

Per i ponti stradali a struttura mista (*gruppo 2*) i valori caratteristici delle variazioni lineari di temperatura tra intradosso ed estradosso risultano:

$$\Delta T_{M,pos} = 15^\circ\text{C};$$

$$\Delta T_{M,neg} = -18^\circ\text{C}$$

#### Combinazione degli effetti uniformi e lineari

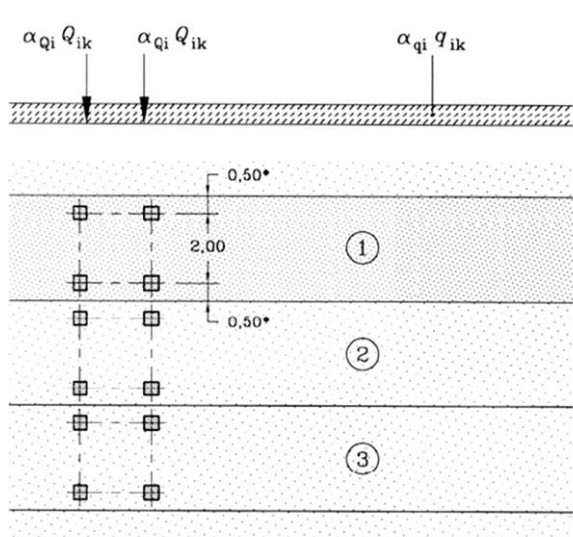
Le combinazioni degli effetti dovuti alla variazione termica uniforme e lineare è effettuata con riferimento a **EN 1991-1-5** cap. 6.1.5:

$$\text{Combinazione 1: } \Delta t_M + 0.35 \cdot \Delta t_N$$

$$\text{Combinazione 2: } 0.75 \cdot \Delta t_M + \Delta t_N$$

### 6.3.2 CARICHI MOBILI

Con riferimento ai ponti di *I categoria*, per le verifiche globali della struttura e dei sostegni si ricorre al *Modello di carico 1 (LM1)* composto da due sistemi accoppiati: il *tandem system (TS)* formato da un veicolo a due assi avente ciascuno un peso pari a  $Q_{ik}$ , e il carico uniformemente distribuito (UDL system) avente un peso per unità di superficie pari a  $q_{ik}$ . I valori di  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$  sono funzione del numero di corsie caricate come riportato in tabella.



| Location                    | TS<br>Axle loads<br>$Q_{ik}$ (kN) | UDL<br>$q_{ik}$<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| Lane Number 1               | 300                               | 9                                       |
| Lane Number 2               | 200                               | 2.5                                     |
| Lane Number 3               | 100                               | 2.5                                     |
| Other lanes                 | 0                                 | 2.5                                     |
| Remaining area ( $q_{rk}$ ) | 0                                 | 2.5                                     |

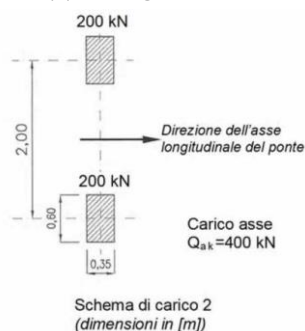
Le disposizioni longitudinali dei carichi mobili dovranno essere tali da massimizzare/minimizzare le seguenti caratteristiche di sollecitazione sull'impalcato:

- Azione flettente (M) e tagliante (T) su impalcato;
- Azione tagliante (T) agli appoggi su pile e spalle.

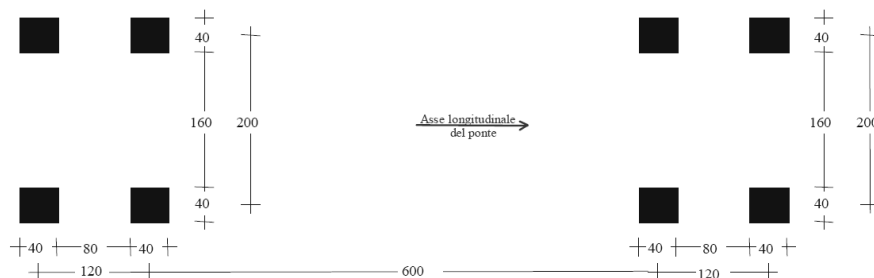
Nel caso in esame, le carreggiate sono in grado di ospitare un numero di corsie di carico pari a 3 aventi una larghezza convenzionale di 3.0 m e un'area rimanente di larghezza pari a 1.50 m.

Le diverse combinazioni di carico mobile si differenziano per il differente posizionamento trasversale dei carichi TS e per la segmentazione delle stese di carico UDL che sono infatti funzione della geometria dell'impalcato e della linea di influenza oggetto dello studio.

Per le *verifiche locali* della soletta d'impalcato si ricorre, oltre agli schemi di carico 1 sopra descritti, anche al modello di carico 2 (LM2) rappresentato in figura. Tale veicolo si compone di un unico asse di peso complessivo pari a 400kN fatto viaggiare trasversalmente rispetto allo sviluppo longitudinale del ponte.



Per le **verifiche a fatica**, basate sul metodo dei coefficienti  $\lambda$ , si considera il transito sulla corsia lenta del veicolo *FLM3* formato da n. 4 assi da *120kN* ciascuno ed avente la configurazione indicata in figura.



Nei calcoli si considera una sola corsia lenta disposta in accordo al senso di marcia reale della struttura.

Il posizionamento trasversale delle corsie viene effettuato ai fini di massimizzare gli effetti taglianti e torcenti. Il range  $\Delta\sigma_P$  di tensioni verrà valutato con riferimento ai valori limite di  $\sigma_{max}$  e  $\sigma_{min}$  derivanti dal transito del veicolo sulla corsia in esame.

### 6.3.3 AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO O DI ACCELERAZIONE

La forza di frenamento o di accelerazione  $q_3$  è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale *n. 1* e per i ponti di 1ª categoria è uguale a:

$$q_3 = 0.6 \times 2 \times Q_{1k} + 0.1 \times q_{1k} \times w_1 \times L \leq 900 \text{ KN}$$

essendo:

$$w_1 = 3.0m \Rightarrow \text{larghezza della corsia}$$

$$Q_{1k} = 300kN \Rightarrow \text{carico TS}$$

$$q_{1k} = 9kN/m^2 \Rightarrow \text{carico UDL}$$

Si ottiene:

$$q_3 \cong 900 \text{ kN} (L \cong 252 \text{ m});$$

La risultante, assunta uniformemente distribuita su ciascun singolo allineamento di trave, include gli effetti di interazione ed è applicata a livello della pavimentazione, agente lungo l'asse della corsia.

### 6.3.4 AZIONE CENTRIFUGA

La forza centrifuga  $q_4$  vale, nel caso in esame:

$$q_4 = 40 \times 600 / 600 \cong 40 \text{ kN}$$

$$R \cong 600 \text{ m}$$

### 6.3.5 AZIONE DEL VENTO

Per il calcolo dell'azione del vento si fa di seguito riferimento a quanto contenuto in **NTC-18**, cap. 3.3 (rif. Eurocodici EN 1991-1-4).

Si considera, per semplicità, il vento agente perpendicolarmente all'asse tracciato, nella direzione più sfavorevole. L'azione trasversale del vento agente sulla superficie di prospetto dell'impalcato viene valutata nella sola condizione di ponte carico in quanto maggiormente gravosa. In tal caso si considera un'altezza di ingombro di veicolo pari a 3.0 m. Essendo l'altezza dell'impalcato pari a 2.30 m (a estradosso soletta), la superficie esposta al vento risulta avere un'altezza specifica pari:

$$h \cong 5.30 \text{ m.}$$

| AZIONE DEL VENTO – IMPALCATO |        |                      |                                   |
|------------------------------|--------|----------------------|-----------------------------------|
| a <sub>s</sub>               | 600    | [m]                  | altitudine sul l.m.m. del sito    |
| Zona                         | 3      | [-]                  |                                   |
| V <sub>b,0</sub>             | 27     | [m/s]                |                                   |
| a <sub>0</sub>               | 500    | [m]                  |                                   |
| k <sub>s</sub>               | 0.37   | [-]                  |                                   |
| C <sub>a</sub>               | 1.07   | [-]                  | coefficiente di altitudine        |
| V <sub>b</sub>               | 28.998 | [m/s]                | velocità base di riferimento      |
| T <sub>R</sub>               | 100    | [anni]               | tempo di ritorno                  |
| C <sub>r</sub>               | 1.04   | [-]                  | coefficiente di ritorno           |
| V <sub>r</sub>               | 30     | [m/s]                | velocità di riferimento           |
| z                            | 15     | [m]                  | altezza sul suolo dell'opera      |
| C <sub>t</sub>               | 1.00   | [-]                  | coefficiente di topografia        |
| Cat. esposizione             | III    | [-]                  | categoria di esposizione del sito |
| Classe di rugosità           | D      | [-]                  | classe di rugosità del terreno    |
| K <sub>r</sub>               | 0.2    | [-]                  |                                   |
| z <sub>0</sub>               | 0.1    | [m]                  |                                   |
| z <sub>min</sub>             | 5      | [m]                  |                                   |
| C <sub>e</sub>               | 2.41   | [-]                  | coefficiente di esposizione       |
| ρ                            | 1.25   | [kg/m <sup>3</sup> ] | densità dell'aria                 |
| q <sub>r</sub>               | 0.57   | [kN/m <sup>2</sup> ] | pressione cinetica di riferimento |
| q <sub>p</sub>               | 1.37   | [kN/m <sup>2</sup> ] | pressione cinetica di picco       |
| L                            | 43.200 | [m]                  | lunghezza ponte                   |
| d <sub>tot</sub>             | 5.600  | [m]                  | altezza totale                    |
| A <sub>ref,x</sub>           | 241.92 | [m <sup>2</sup> ]    | area di riferimento               |
| C <sub>fix</sub>             | 1.3    | [m]                  |                                   |
| F <sub>w</sub>               | 1.78   | [kPa]                |                                   |

## 6.4 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La caratterizzazione dell'azione sismica dell'opera in esame viene effettuata, ai sensi del *D.M. 17 gennaio 2018*. In particolare, si fa riferimento ai seguenti parametri:

- Vita nominale di progetto  $\Rightarrow V_N = 100$  anni
- Classe d'uso IV  $\Rightarrow C_u = 2.0$
- Periodo di riferimento  $\Rightarrow V_N = V_N \times C_u = 200$  anni.

I parametri legati al sito e alle caratteristiche del terreno risultano i seguenti:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T2

Le seguenti figure restituiscono gli spettri di elastici (*SLC*, *SLV* e *SLD*) utilizzati per la definizione delle componenti sismiche.

In particolari gli spettri della componente orizzontale presentano uno smorzamento pari al 15% coerentemente con le prestazioni degli isolatori richieste.

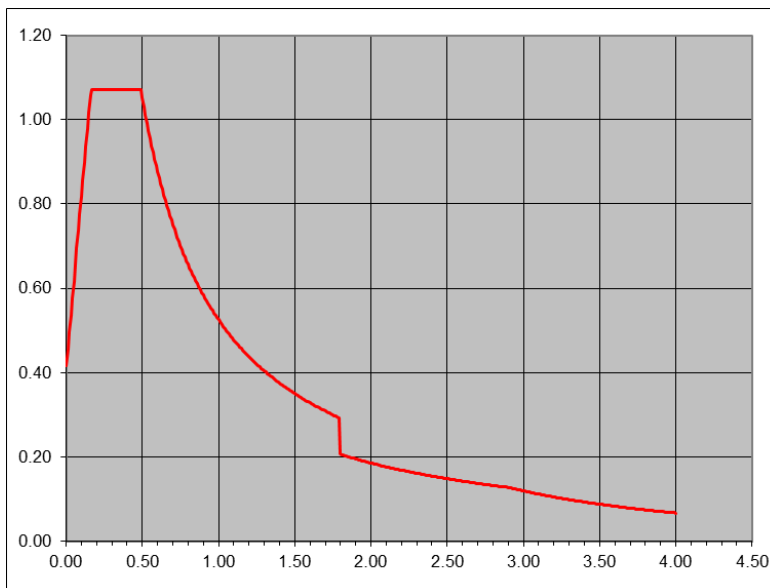


FIGURA 6-1. SPETTRO SLC – COMPONENTE ORIZZONTALE

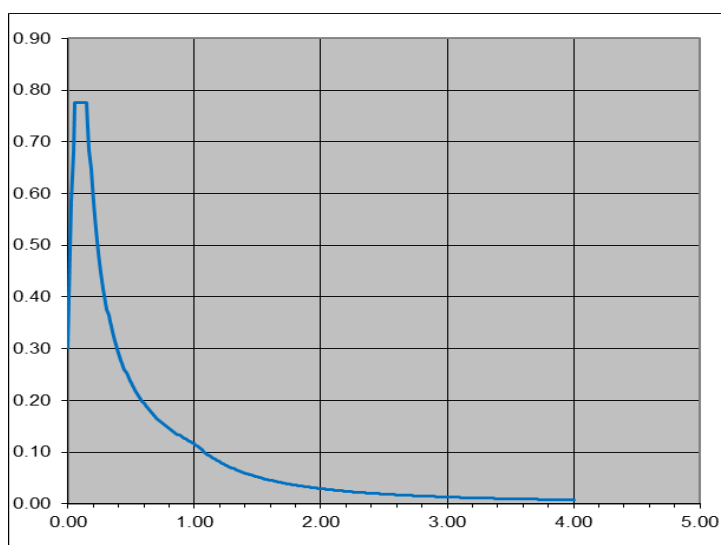


FIGURA 6-2. SPETTRO SLC – COMPONENTE VERTICALE

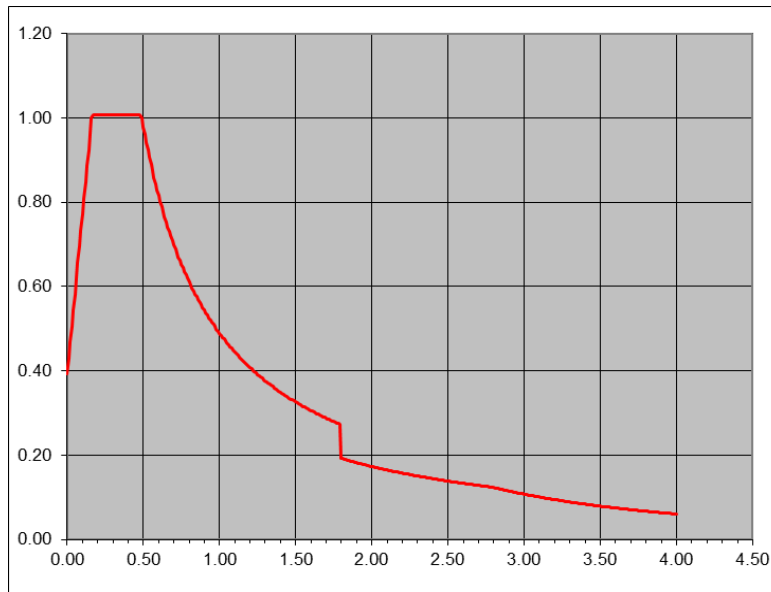


FIGURA 6-3. SPETTRO SLV – COMPONENTE ORIZZONTALE

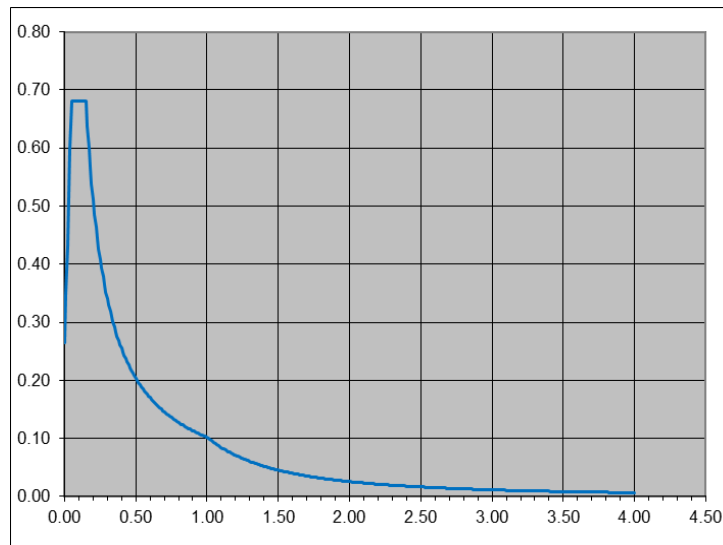


FIGURA 6-4. SPETTRO SLV – COMPONENTE VERTICALE

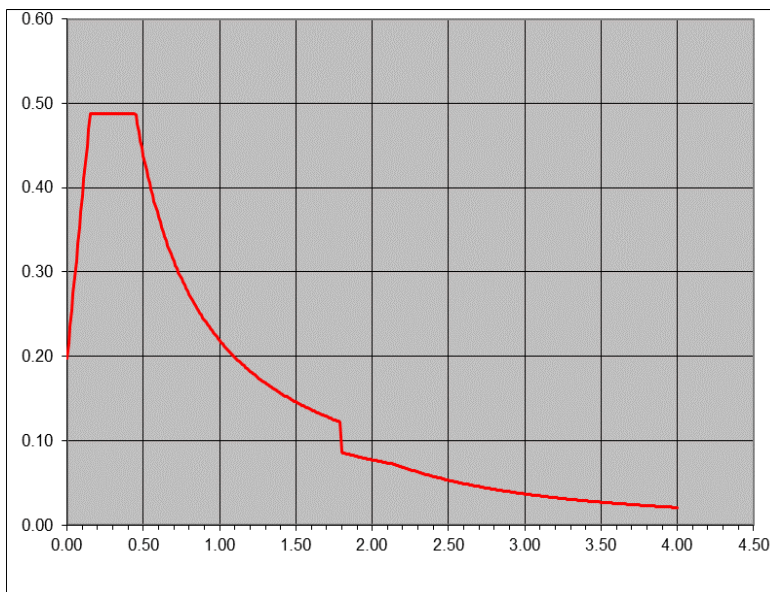


FIGURA 6-5. SPETTRO SLD – COMPONENTE ORIZZONTALE

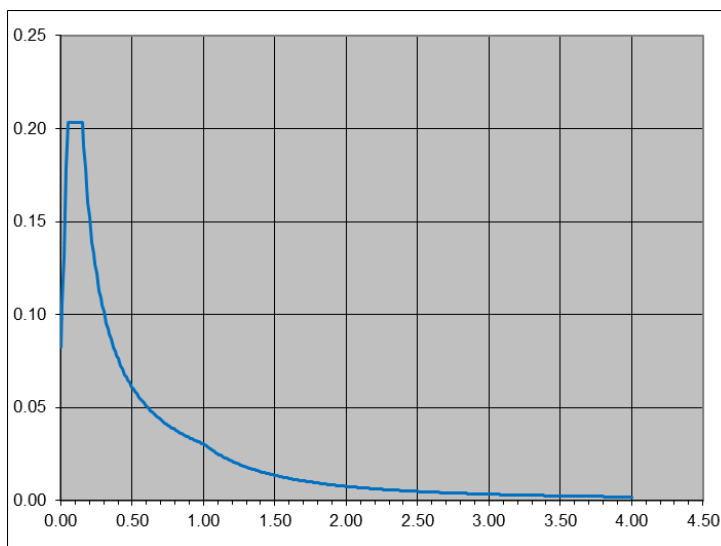


FIGURA 6-6. SPETTRO SLD – COMPONENTE VERTICALE



Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri utilizzati per la definizione degli spettri elastici di progetto.

|                 | $S_{e-h}(T)$ | $S_{e-v}(T)$ |                 | $S_{e-h}(T)$ | $S_{e-v}(T)$ |                 | $S_{e-h}(T)$ | $S_{e-v}(T)$ |
|-----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|
| $(a_g/g)_{SLD}$ | 0.137        | 0.137        | $(a_g/g)_{SLV}$ | 0.299        | 0.299        | $(a_g/g)_{SLC}$ | 0.326        | 0.326        |
| $F_{0-SLD}$     | 2.473        | -            | $F_{0-SLV}$     | 2.569        | -            | $F_{0-SLC}$     | 2.575        | -            |
| $F_{V-SLD}$     | 1.236        | 1.236        | $F_{V-SLV}$     | 1.896        | 1.896        | $F_{V-SLC}$     | 1.985        | 1.985        |
| $S_s$           | 1.20         | 1.00         | $S_s$           | 1.09         | 1.00         | $S_s$           | 1.06         | 1.00         |
| $S_T$           | 1.20         | 1.20         | $S_T$           | 1.20         | 1.20         | $S_T$           | 1.20         | 1.20         |
| $S$             | 1.44         | 1.20         | $S$             | 1.31         | 1.20         | $S$             | 1.28         | 1.20         |
| $\xi$           | 5            | 5            | $\xi$           | 5            | 5            | $\xi$           | 5            | 5            |
| $\eta$          | 1            | 1            | $\eta$          | 1            | 1            | $\eta$          | 1            | 1            |
| $C_c$           | 1.38         | -            | $C_c$           | 1.35         | -            | $C_c$           | 1.35         | -            |
| $T^*_{C-SLD}$   | 0.326        | -            | $T^*_{C-SLV}$   | 0.360        | -            | $T^*_{C-SLC}$   | 0.364        | -            |
| $T_c$           | 0.449        | 0.150        | $T_c$           | 0.486        | 0.150        | $T_c$           | 0.490        | 0.150        |
| $T_B$           | 0.150        | 0.050        | $T_B$           | 0.162        | 0.050        | $T_B$           | 0.163        | 0.050        |
| $T_D$           | 2.148        | 1.000        | $T_D$           | 2.796        | 1.000        | $T_D$           | 2.904        | 1.000        |

#### 6.4.1 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche sono conteggiate ai soli fini del dimensionamento delle sottostrutture e dei dispositivi di appoggio.

L'azione sismica si determina attraverso analisi lineare tridimensionale con *spettro di risposta elastico*.

La modellazione è implementata attraverso il programma di calcolo **CSiBridge (ver. 15.1.1)** e implementa la reale distribuzione delle rigidezze e delle masse partecipanti nello spazio.

Si considerano agenti le masse relative ai pesi propri strutturali ed ai carichi permanenti portati.

L'azione sismica inerziale nelle tre componenti spaziali è combinata come indicato nelle **NTC2018**, 7.3.5:

- $E_x + 0.3E_y + 0.3E_z$ ;
- $0.3E_x + E_y + 0.3E_z$ ;
- $0.3E_x + 0.3E_y + E_z$ ;

dove  $E_i$  rappresentano le componenti dell'azione sismica nelle tre direzioni dello spazio (si assume nella modellazione la direzione **X** coincidente con l'asse longitudinale dell'impalcato).

Per la struttura in esame, ai fini del raggiungimento delle percentuali di masse partecipanti nelle direzioni significative (longitudinale e trasversale rispetto all'asse del viadotto), si sono analizzati *n.* 20 modi di vibrazione che hanno condotto ai seguenti valori:

- direzione **X** (longitudinale)  $\Rightarrow$  96%;
- direzione **Y** (trasversale)  $\Rightarrow$  93%;
- direzione **Z** (verticale)  $\Rightarrow$  85%;

I primi 3 modi di vibrare caratterizzanti il viadotto (*struttura isolata*) presentano i seguenti periodi:

- modo n°1  $\Rightarrow T_1 \sim 2.26$  sec;
- modo n°2  $\Rightarrow T_2 \sim 2.26$  sec
- Modo n°3  $\Rightarrow T_3 \sim 1.94$  sec.

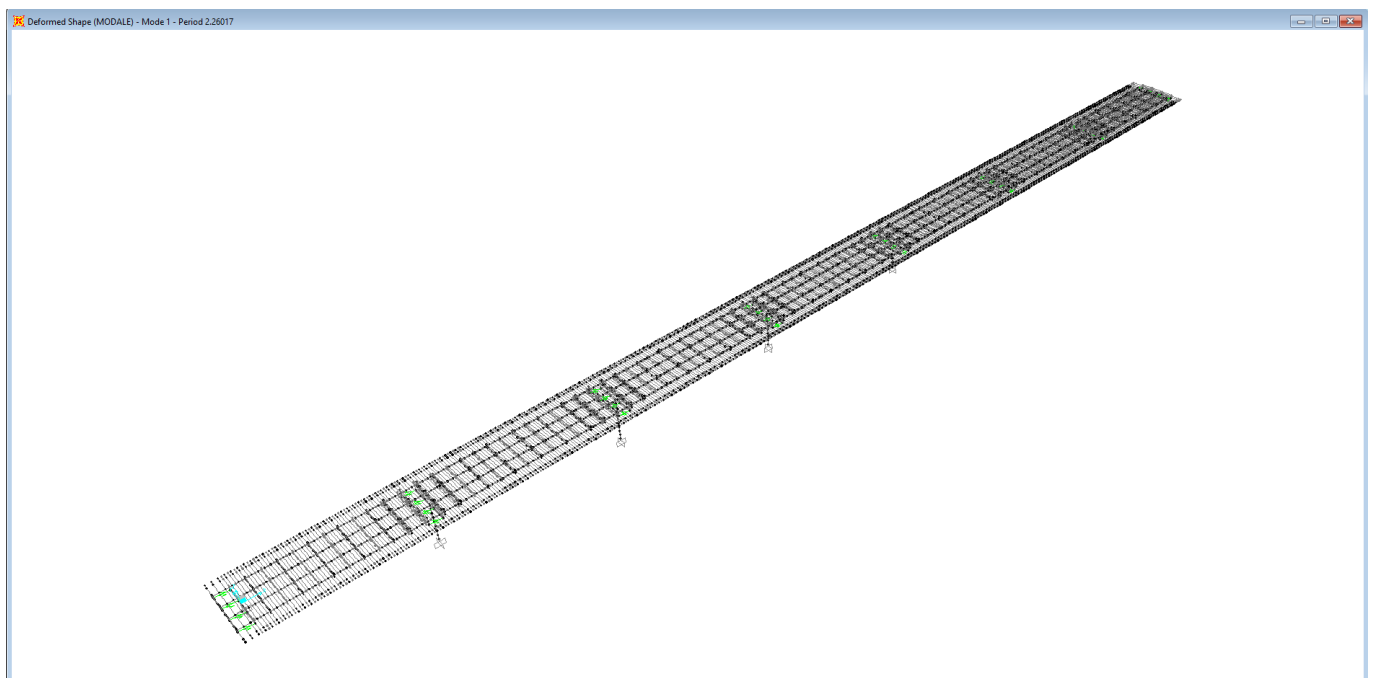


FIGURA 6-7. MODO DI VIBRAZIONE N°1 –  $T_1 \sim 2.26$  SEC

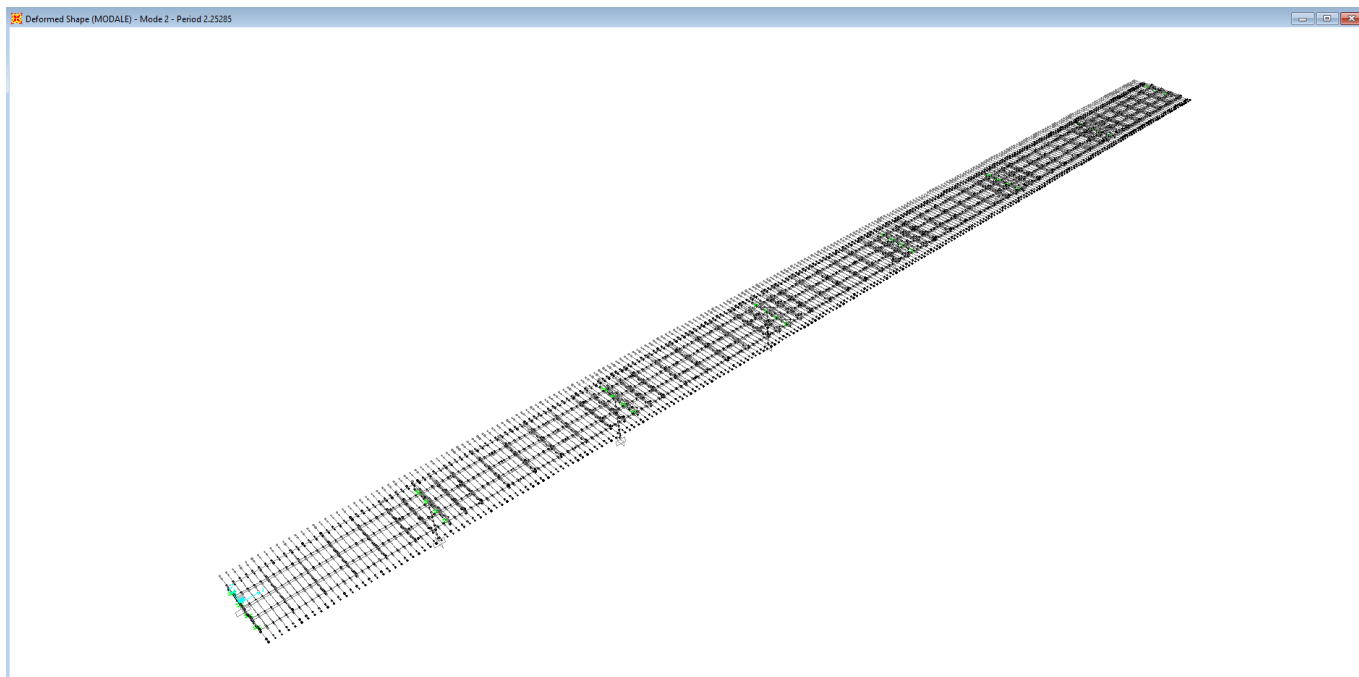


FIGURA 6-8. MODO DI VIBRAZIONE N°2 –  $T_2 \sim 2.26$  SEC

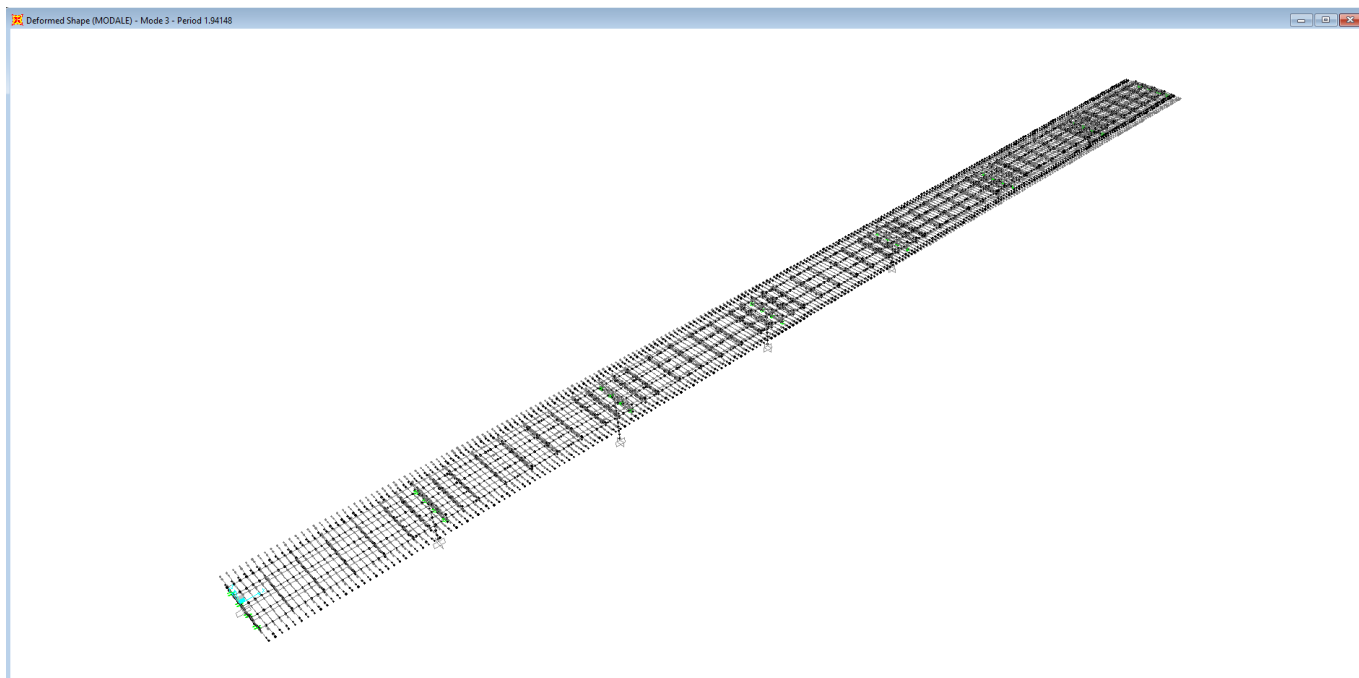


FIGURA 6-9. MODO DI VIBRAZIONE N°3 –  $T_3 \sim 1.94$  SEC

## 7 COMBINAZIONI DI CARICO

La particolare tipologia di impalcato permette di considerare, nell'ambito delle azioni da traffico, i soli carichi di gruppo 1. Per le formulazioni generali delle combinazioni di carico nell'ambito dei vari stati limite si rimanda a NTC-08 cap. 2.5.3 (EN 1990-annex.A2, cap. A2.3, A2.4 + N.A.D.).

La verifica della sicurezza è effettuata nell'ambito dell'"*approccio 2*". Di seguito verrà pertanto applicato, indistintamente per le azioni provenienti dalla struttura e quelle di natura geotecnica, quanto previsto in:

- NTC-08, tab. 5.1.V (EN 1990 tab. A.2.4.B + N.A.D.) per i coefficienti moltiplicativi
- NTC-08 tab. 5.1.VI (EN 1990 tab. A.2.1+N.A.D.) per i coefficienti di combinazione

Per la formulazione generale delle combinazioni di carico si è fatto riferimento alla NTC-08 cap. 2.5.3 (EN 1990-annex.A2, cap. A2.3, A2.4). Pertanto per lo studio della struttura si considerano le combinazioni:

- Stato Limite di Esercizio:
  - Combinazione Caratteristica o Rara
  - Combinazione Frequente
- Stato Limite Ultimo:
  - Combinazione STR
  - Combinazione Sismica
  - Combinazione GEO

In tutti i casi, ai fini delle verifiche, verranno elaborati gli involuipi delle sollecitazioni volti a massimizzare/minimizzare le caratteristiche di sollecitazione di interesse, che saranno complete dei rispettivi valori concomitanti.

Con riferimento all'intera struttura vengono effettuate le seguenti verifiche:

- Verifica agli S.L.E. Rara: verifica tensioni nel cls (c.a.) e nell'armatura lenta
- Verifica agli S.L.E. Frequente: verifica a fessurazione (apertura fessure in c.a.)
- Verifica agli S.L.U. e Sismica: verifica di resistenza sezionale

Per la scelta dei coefficienti da adottare in fase di combinazione dei carichi ci si riferisce a quanto esposto nella norma UNI EN 1990 annex A1, in funzione della tipologia di carico e del tipo di combinazione di volta in volta in esame. Le seguenti tabelle restituiscono i fattori di combinazione presi in considerazione per i singoli contributi nelle diverse combinazioni di verifica prese in esame.

|                              | $N_{max}$ | $N_{min}$ | $V_{max}$ | $V_{min}$ | $M_{max}$ | $M_{min}$ |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso proprio della struttura | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Peso permanente              | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |
| Azione termica               | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 |
| Vento                        | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 |
| Mobili TS                    | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |
| Mobili UDL                   | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |

TABELLA 7-1. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLE CARATTERISTICA (RARA1)

|                              | $N_{max}$ | $N_{min}$ | $V_{max}$ | $V_{min}$ | $M_{max}$ | $M_{min}$ |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso proprio della struttura | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Peso permanente              | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |
| Azione termica               | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 |

|            |           |           |           |           |           |           |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vento      | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 |
| Mobili TS  | 0.00÷0.75 | 0.00÷0.75 | 0.00÷0.75 | 0.00÷0.75 | 0.00÷0.75 | 0.00÷0.75 |
| Mobili UDL | 0.00÷0.40 | 0.00÷0.40 | 0.00÷0.40 | 0.00÷0.40 | 0.00÷0.40 | 0.00÷0.40 |
| Frenatura  | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |

TABELLA 7-2. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLE CARATTERISTICA (RARA2)

|                              | N <sub>max</sub> | N <sub>min</sub> | V <sub>max</sub> | V <sub>min</sub> | M <sub>max</sub> | M <sub>min</sub> |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Peso proprio della struttura | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             |
| Peso permanente              | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        |
| Azione termica               | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        |
| Mobili TS                    | 0.00÷0.75        | 0.00÷0.75        | 0.00÷0.75        | 0.00÷0.75        | 0.00÷0.75        | 0.00÷0.75        |
| Mobili UDL                   | 0.00÷0.40        | 0.00÷0.40        | 0.00÷0.40        | 0.00÷0.40        | 0.00÷0.40        | 0.00÷0.40        |

TABELLA 7-3. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLE FREQUENTE

|                              | N <sub>max</sub> | N <sub>min</sub> | V <sub>max</sub> | V <sub>min</sub> | M <sub>max</sub> | M <sub>min</sub> |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Peso proprio della struttura | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             |
| Peso permanente              | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             | 1.00             |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        | 0.00÷1.00        |
| Azione termica               | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        | 0.00÷0.50        |

TABELLA 7-4. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLE QUASI PERMANENTE

|                              | N <sub>max</sub> | N <sub>min</sub> | V <sub>max</sub> | V <sub>min</sub> | M <sub>max</sub> | M <sub>min</sub> |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Peso proprio della struttura | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        |
| Peso permanente              | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        |
| Ritiro                       | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        |
| Azione termica               | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        |
| Vento                        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        |
| Mobili TS                    | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        |
| Mobili UDL                   | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        |

TABELLA 7-5. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLU FONDAMENTALE (STR1)

|                              | N <sub>max</sub> | N <sub>min</sub> | V <sub>max</sub> | V <sub>min</sub> | M <sub>max</sub> | M <sub>min</sub> |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Peso proprio della struttura | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        |
| Peso permanente              | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        | 1.00÷1.35        |
| Ritiro                       | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        | 0.00÷1.20        |
| Azione termica               | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        | 0.00÷0.72        |
| Vento                        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        | 0.00÷0.90        |
| Mobili TS                    | 0.00÷1.01        | 0.00÷1.01        | 0.00÷1.01        | 0.00÷1.01        | 0.00÷1.01        | 0.00÷1.01        |
| Mobili UDL                   | 0.00÷0.54        | 0.00÷0.54        | 0.00÷0.54        | 0.00÷0.54        | 0.00÷0.54        | 0.00÷0.54        |
| Frenatura                    | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        | 0.00÷1.35        |

TABELLA 7-6. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLU FONDAMENTALE (STR2)

|                              | $N_{max}$ | $N_{min}$ | $V_{max}$ | $V_{min}$ | $M_{max}$ | $M_{min}$ |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso proprio della struttura | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Peso permanente              | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |
| Azione termica               | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 | 0.00÷0.60 |
| Vento                        | 0.00÷0.78 | 0.00÷0.78 | 0.00÷0.78 | 0.00÷0.78 | 0.00÷0.78 | 0.00÷0.78 |
| Mobili TS                    | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 |
| Mobili UDL                   | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 | 0.00÷1.15 |

TABELLA 7-7. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLU FONDAMENTALE (GEO1)

|                              | $N_{max}$  | $N_{min}$  | $V_{max}$  | $V_{min}$  | $M_{max}$  | $M_{min}$  |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Peso proprio della struttura | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       |
| Peso permanente              | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00  | 0.00÷1.00  | 0.00÷1.00  | 0.00÷1.00  | 0.00÷1.00  | 0.00÷1.00  |
| Azione termica               | 0.00÷0.60  | 0.00÷0.60  | 0.00÷0.60  | 0.00÷0.60  | 0.00÷0.60  | 0.00÷0.60  |
| Vento                        | 0.00÷0.78  | 0.00÷0.78  | 0.00÷0.78  | 0.00÷0.78  | 0.00÷0.78  | 0.00÷0.78  |
| Mobili TS                    | 0.00÷0.863 | 0.00÷0.863 | 0.00÷0.863 | 0.00÷0.863 | 0.00÷0.863 | 0.00÷0.863 |
| Mobili UDL                   | 0.00÷0.46  | 0.00÷0.46  | 0.00÷0.46  | 0.00÷0.46  | 0.00÷0.46  | 0.00÷0.46  |
| Frenatura                    | 0.00÷1.15  | 0.00÷1.15  | 0.00÷1.15  | 0.00÷1.15  | 0.00÷1.15  | 0.00÷1.15  |

TABELLA 7-8. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLU FONDAMENTALE (GEO2)

|                              | $N_{max}$ | $N_{min}$ | $V_{max}$ | $V_{min}$ | $M_{max}$ | $M_{min}$ |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso proprio della struttura | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Peso permanente              | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |
| Azione termica               | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 |
| Mobili FLM3                  | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |

TABELLA 7-9. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SLF

|                              | $N_{max}$ | $N_{min}$ | $V_{max}$ | $V_{min}$ | $M_{max}$ | $M_{min}$ |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Peso proprio della struttura | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Peso permanente              | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| Ritiro                       | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |
| Azione termica               | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 | 0.00÷0.50 |
| Sisma                        | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 | 0.00÷1.00 |

TABELLA 7-10. COEFFICIENTI COMBINAZIONE SISMICA (SLV)

## 8 ANALISI STRUTTURALE

Si riportano di seguito i dettagli relativi all'analisi globale della struttura. Si evidenzia che, visto il livello di progettazione definitiva e la leggera curva planimetrica la struttura è modellata in rettilineo.

Inoltre, cautelativamente per il calcolo delle sollecitazioni si considera la larghezza massima dell'impalcato pari a 15.00 m corrente per tutta l'estensione del viadotto.

### 8.1 MODELLO FEM

In base alle caratteristiche geometriche della struttura, si implementa un modello ad elementi finiti il cui schema è rappresentato nella seguente figura. Il modello è formato da un graticcio di elementi *beam* lineari a due nodi rappresentativi delle travi, dei trasversi e della soletta nelle varie fasi di calcolo. Per la modellazione delle apparecchiature di vincolo si assegnano degli elementi tipo "link" elastici aventi le rigidità effettive degli isolatori utilizzati.

Per i modelli di fase 2 e 3 si considera la soletta fessurata in corrispondenza delle zone di appoggio secondo l'approccio semplificato che considera l'assenza della soletta per un tratto pari al 15% della lunghezza della campata:

- Campate di riva:  $L_{fess} = 0.15 \times 31 \cong 5.0 \text{ m}$
- Campata centrale:  $L_{fess} = 0.15 \times 38 \cong 6.0 \text{ m}$

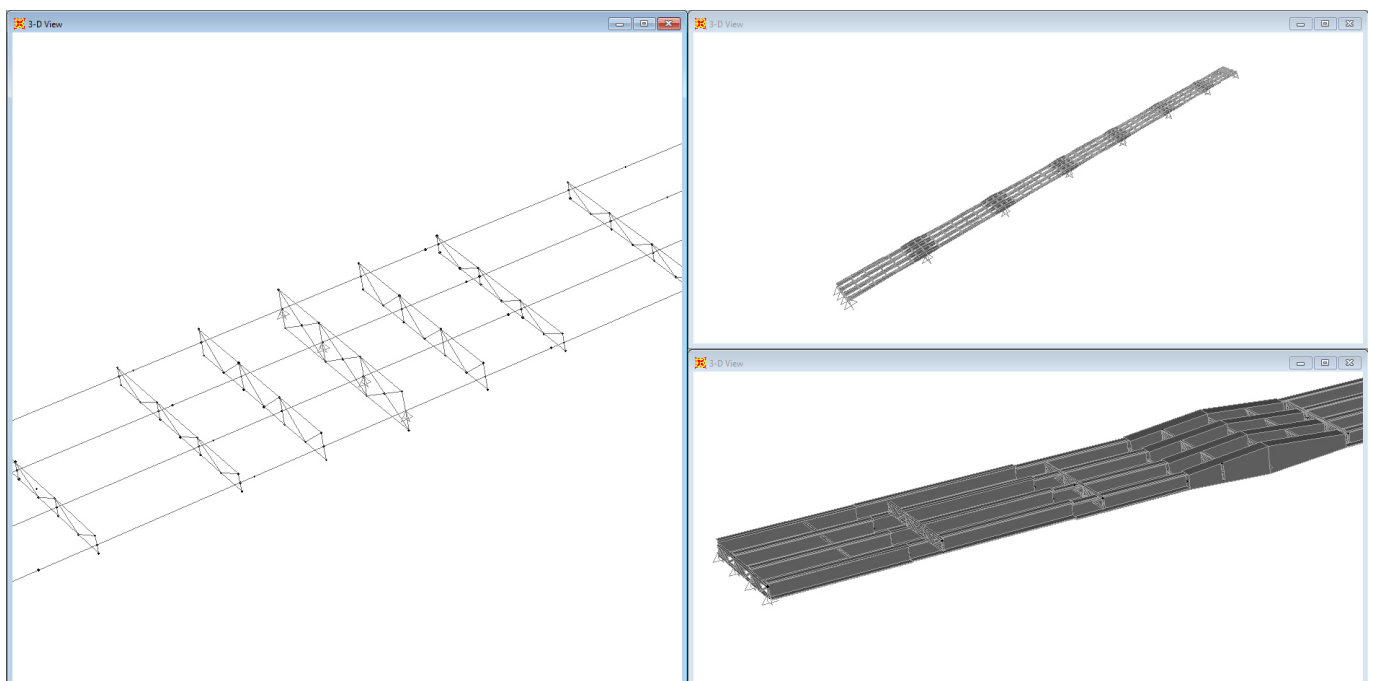


FIGURA 8-1. SCHEMA DEL MODELLO FEM – FASE 1 – SEZIONE SOLO ACCIAIO

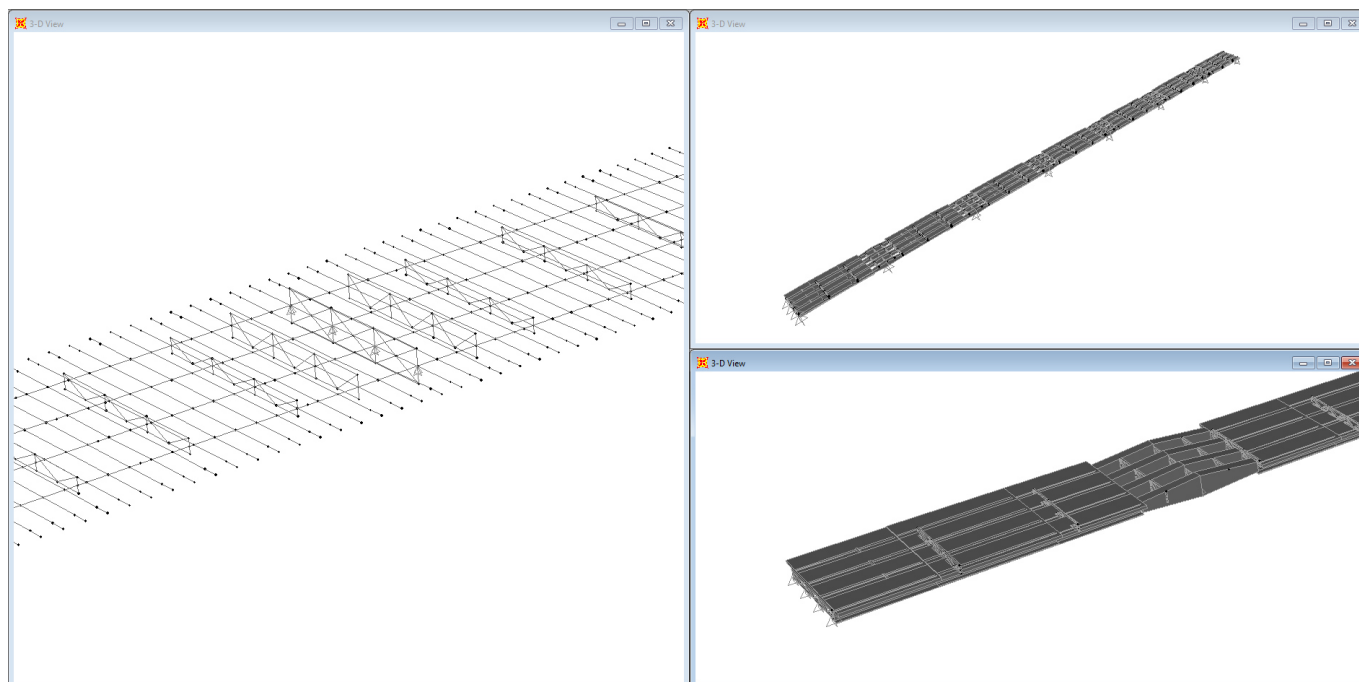


FIGURA 8-2. SCHEMA DEL MODELLO FEM – FASI 2 E 3 – SEZIONE COMPOSTA

Nelle immagini seguenti si riportano le distribuzioni di carico utilizzate per la determinazione delle sollecitazioni.

FIGURA 8-3. PESO PROPRIO CARPENTERIA METALLICA

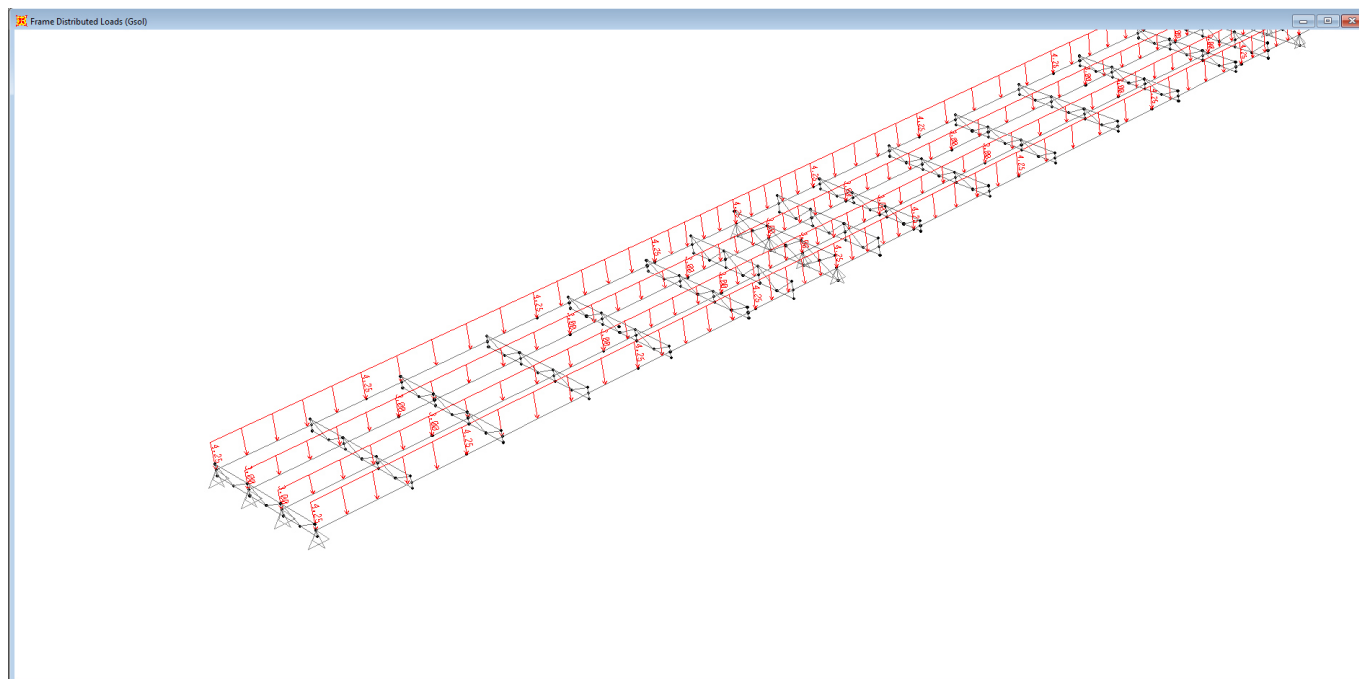


FIGURA 8-4. PESO PROPRIO SOLETTA



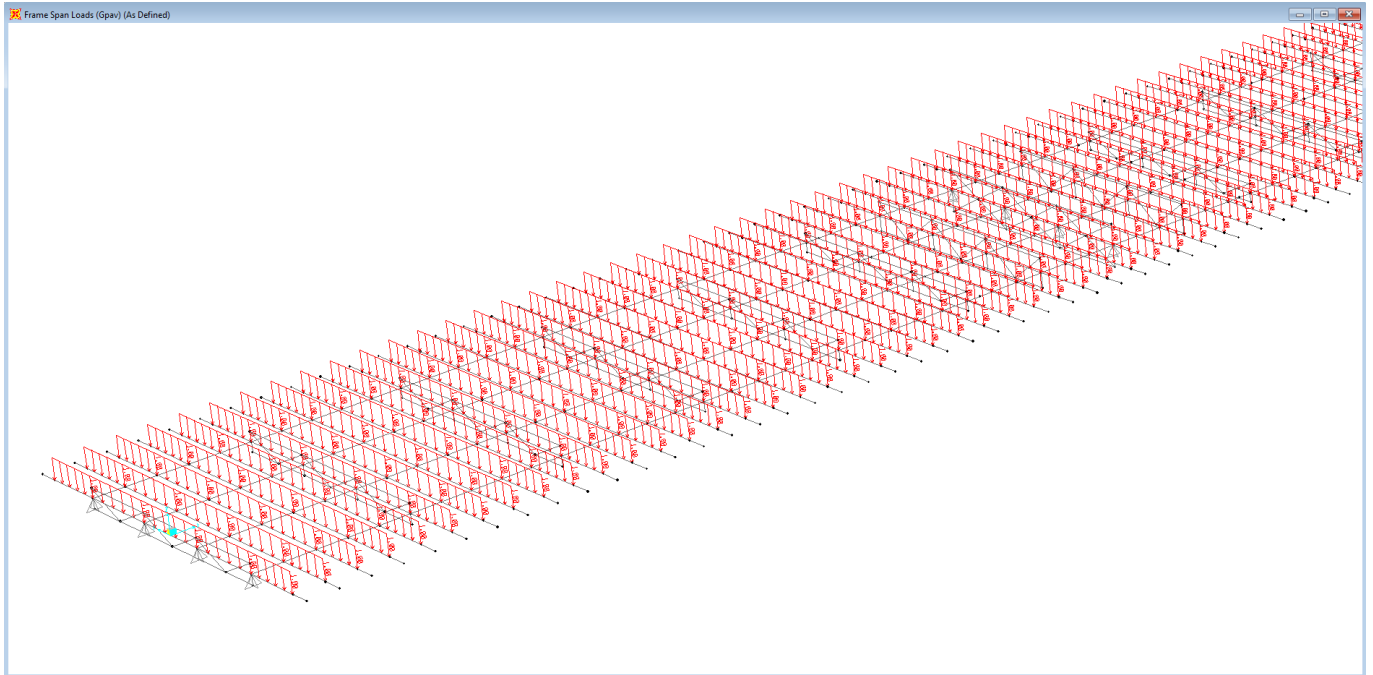


FIGURA 8-5. PESO PAVIMENTAZIONE

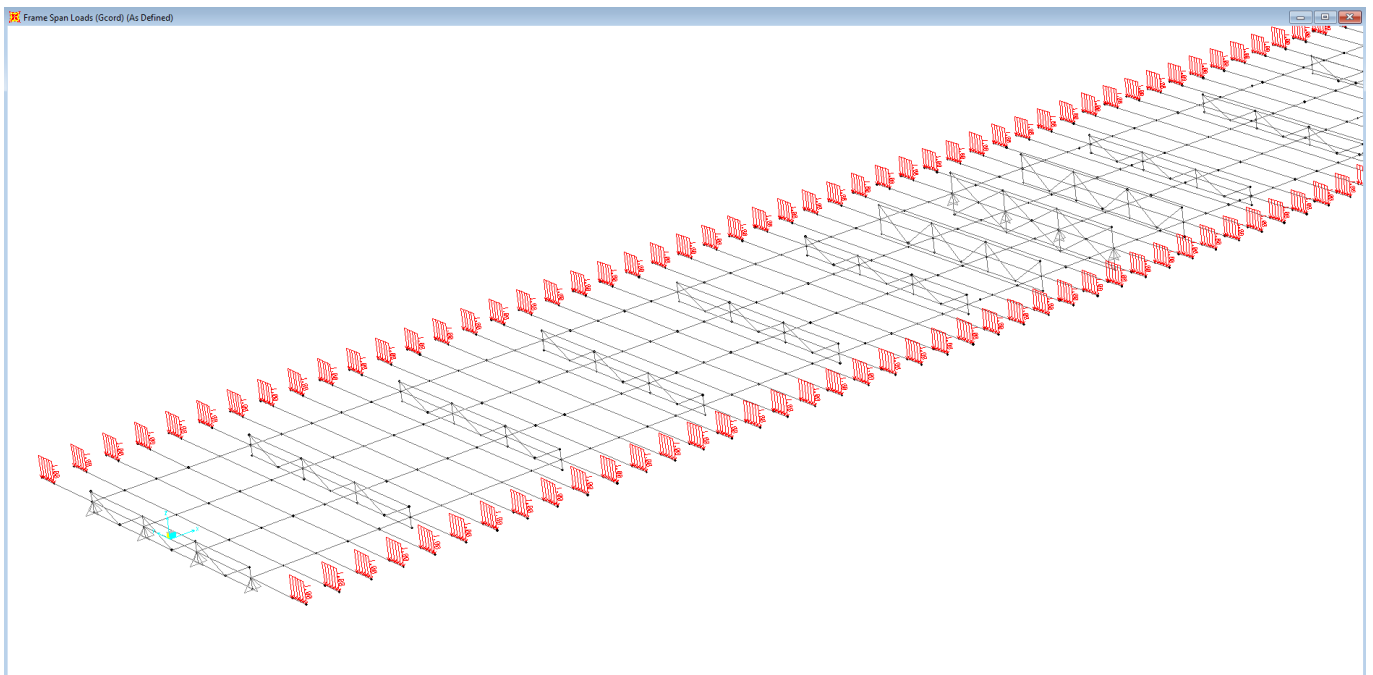


FIGURA 8-6. PESO CORDOLI

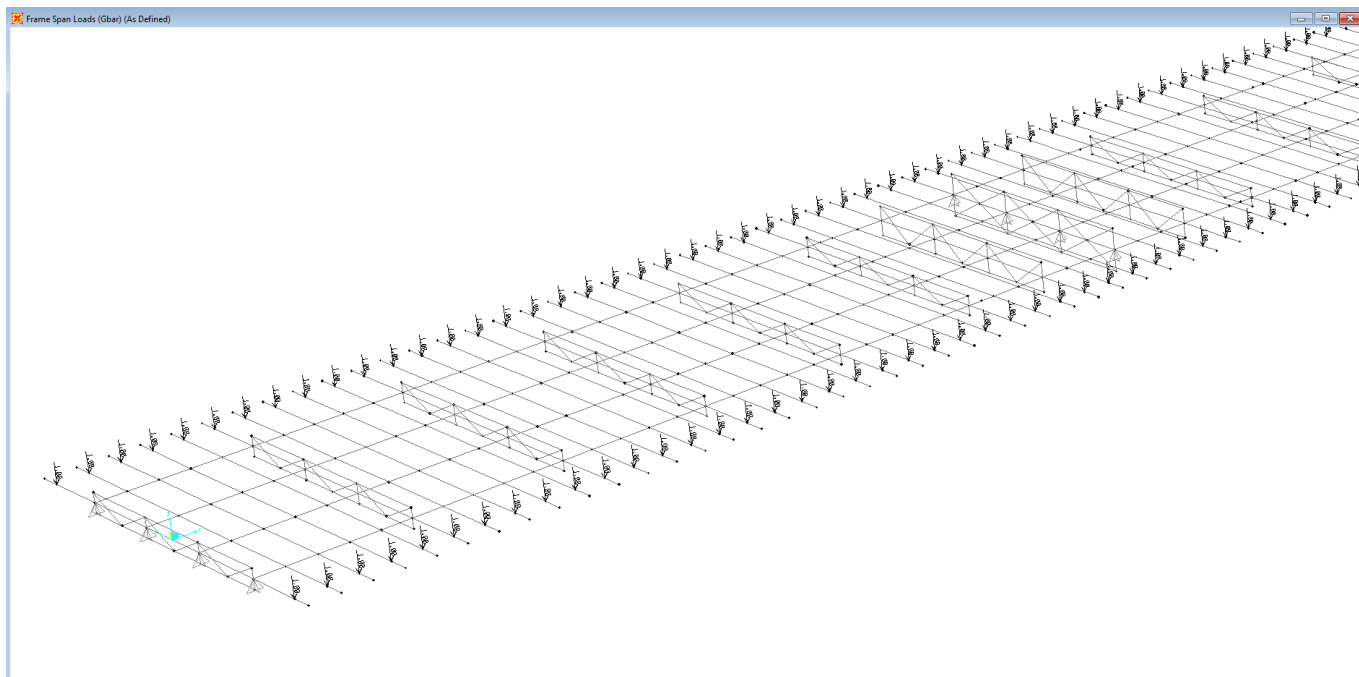


FIGURA 8-7. PESO BARRIERE

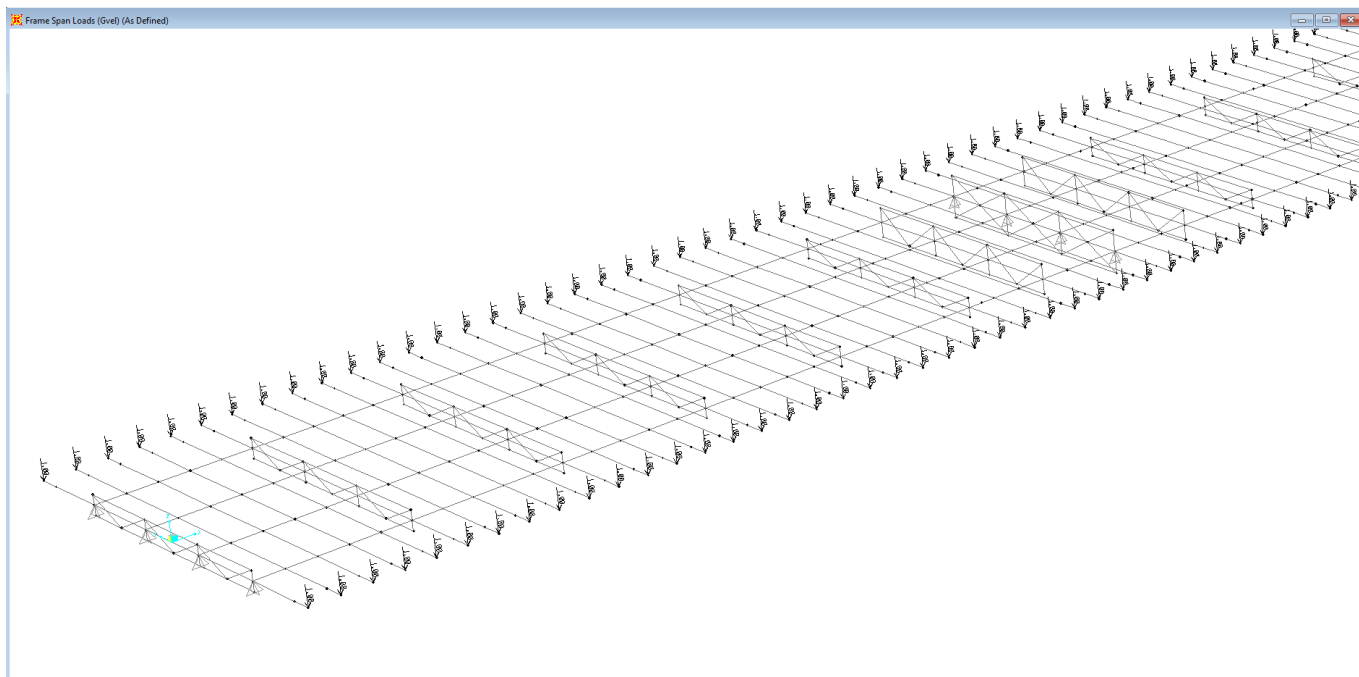


FIGURA 8-8. PESO VELETTE

## 8.2 SOLLECITAZIONI TRAVI

Di seguito si riportano per la trave più caricata, i diagrammi di sollecitazione per le condizioni di carico caratteristiche.

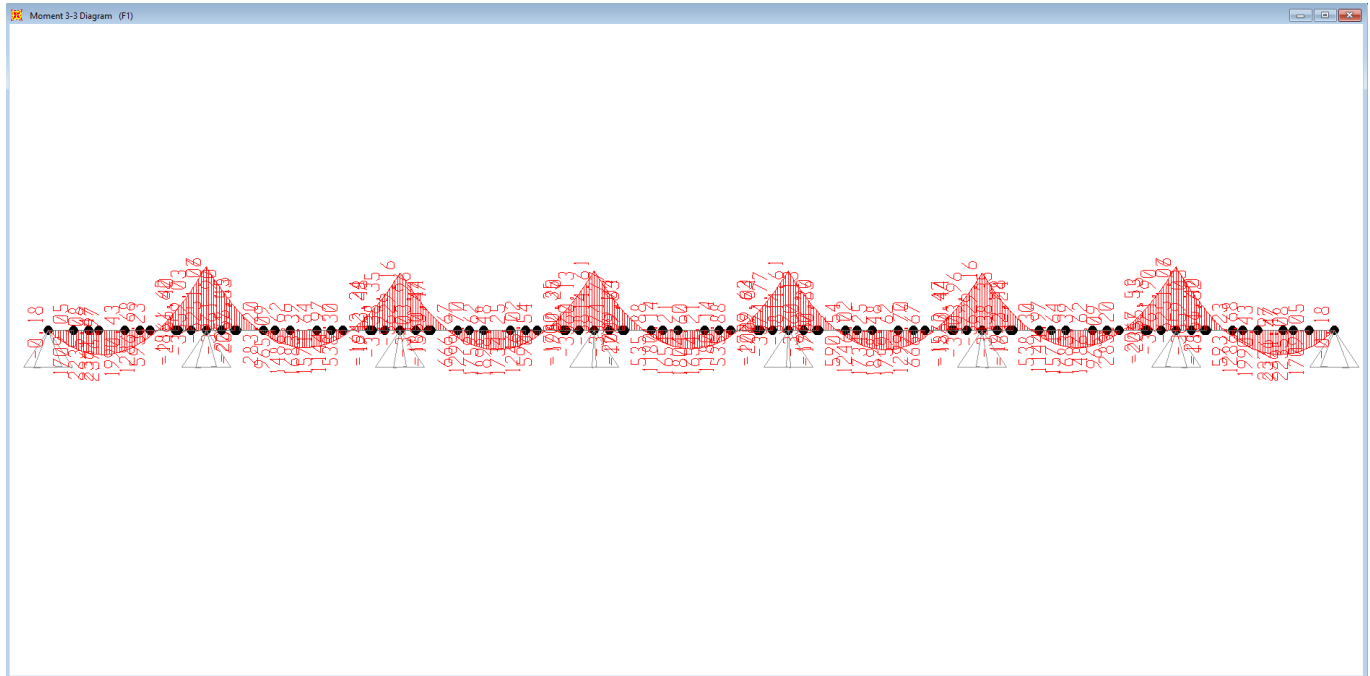


FIGURA 8-9. MOMENTO FLETTENTE PESO CARPENTERIA METALLICA E SOLETTA

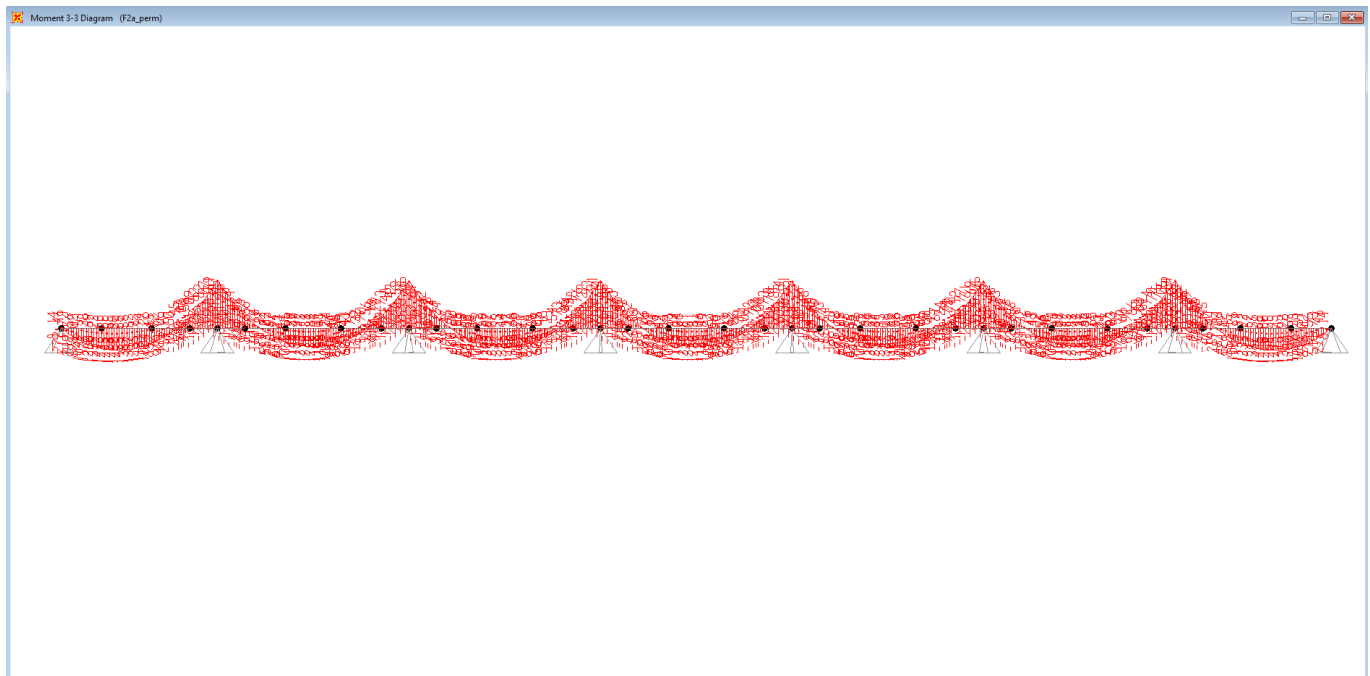


FIGURA 8-10. MOMENTO FLETTENTE CARICO PERMANENTE

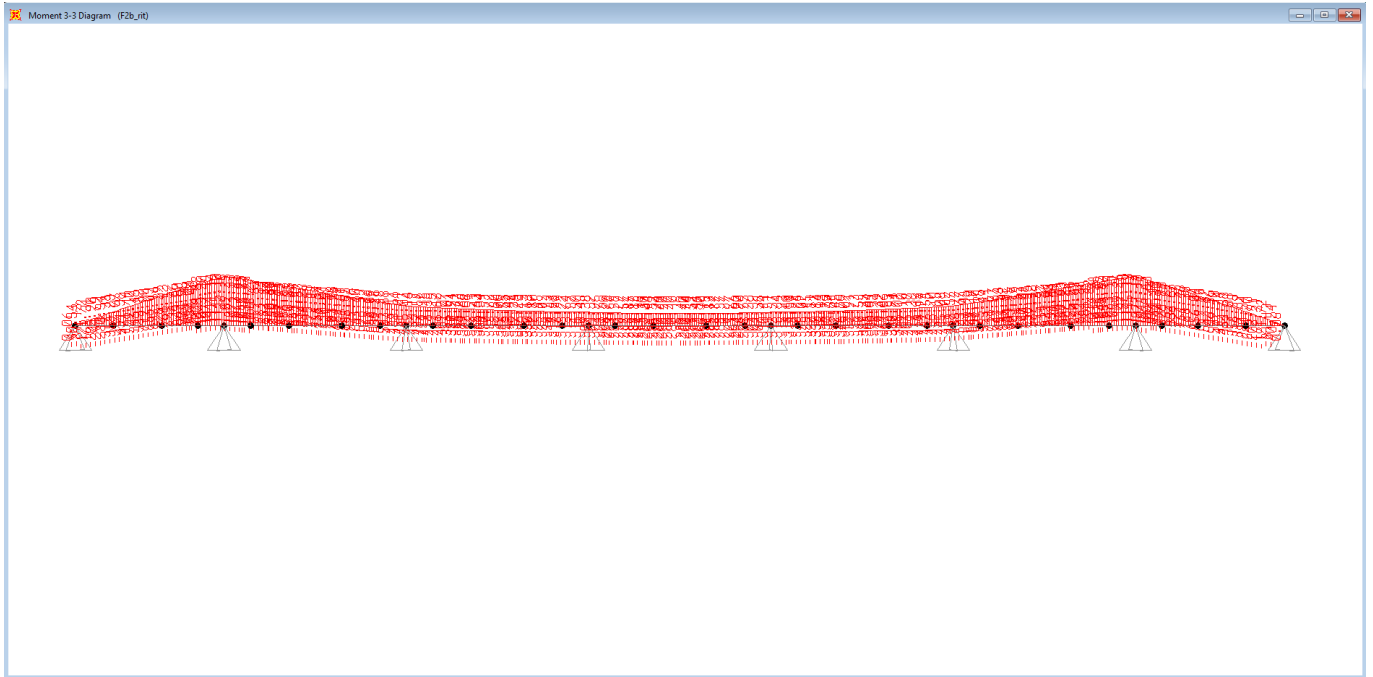


FIGURA 8-11. MOMENTO FLETTENTE RITIRO (IPERSTATICO)

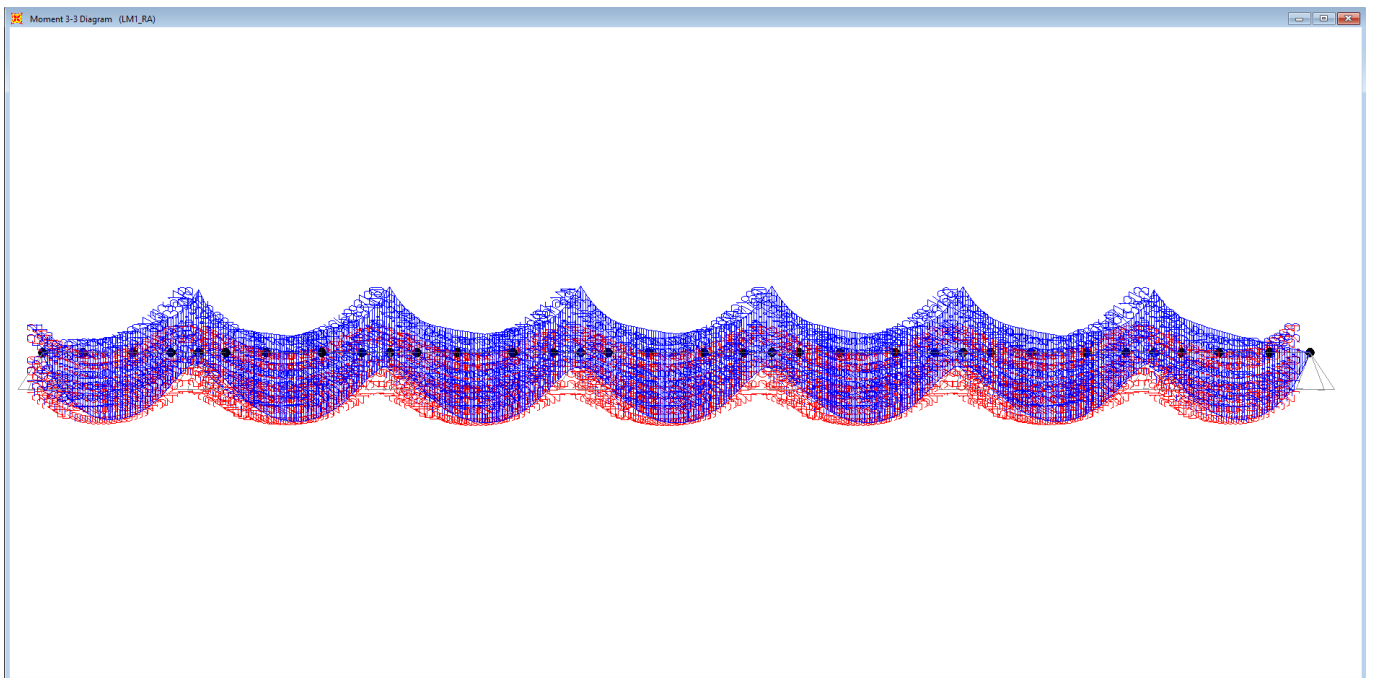


FIGURA 8-12. MOMENTO FLETTENTE CARICO ACCIDENTALE MOBILE (CARATTERISTICO)

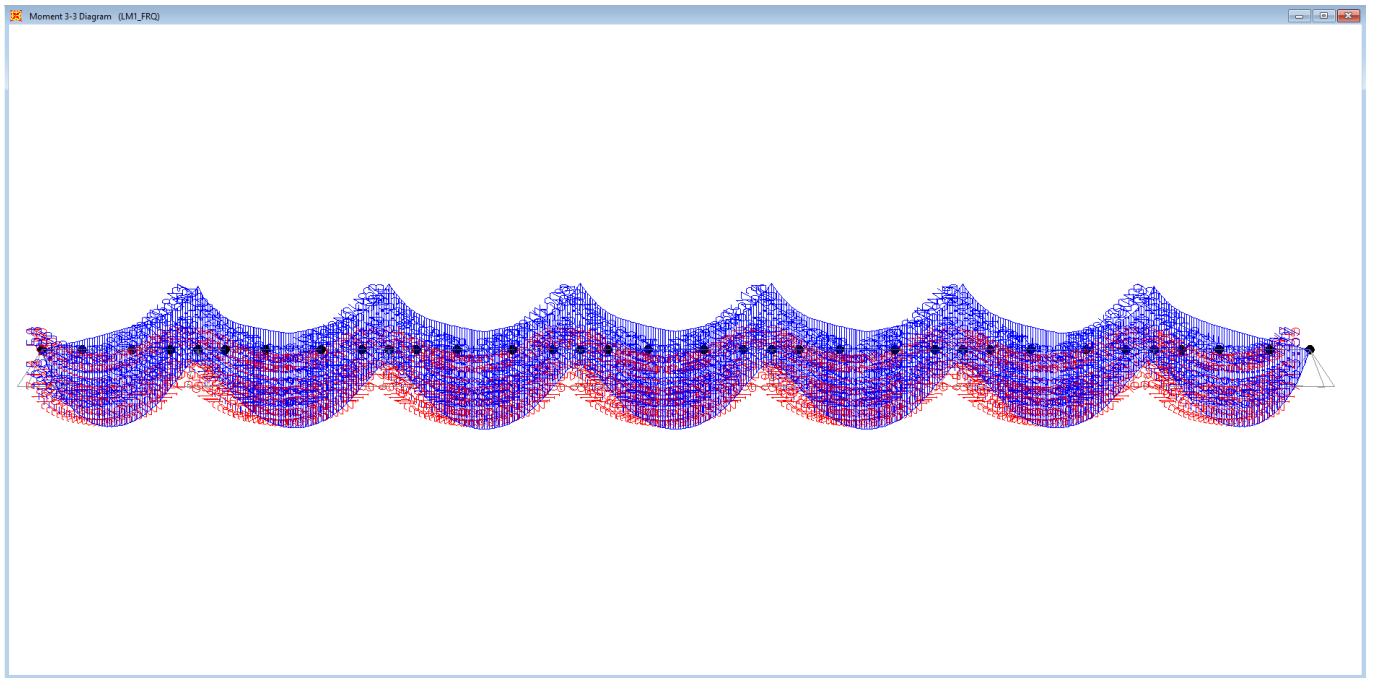


FIGURA 8-13. MOMENTO FLETTENTE CARICO ACCIDENTALE MOBILE (FREQUENTE)

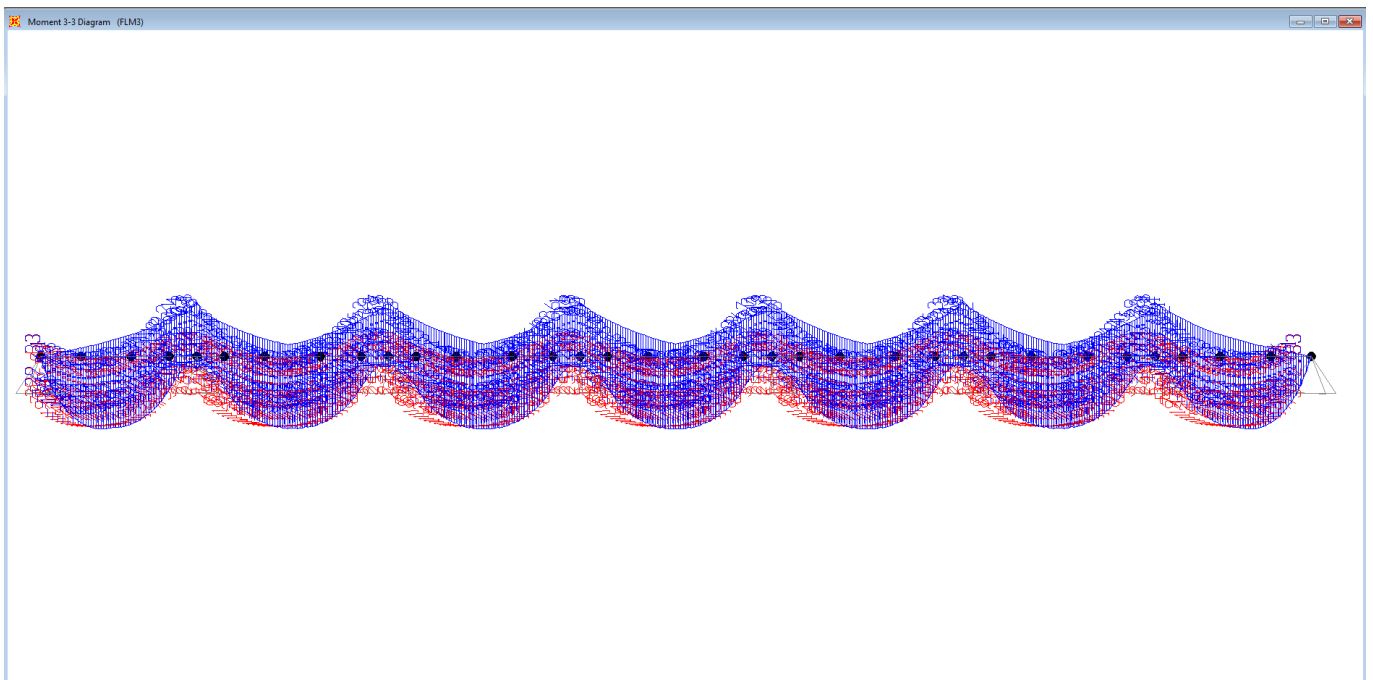


FIGURA 8-14. MOMENTO FLETTENTE CARICO FATICA FLM3

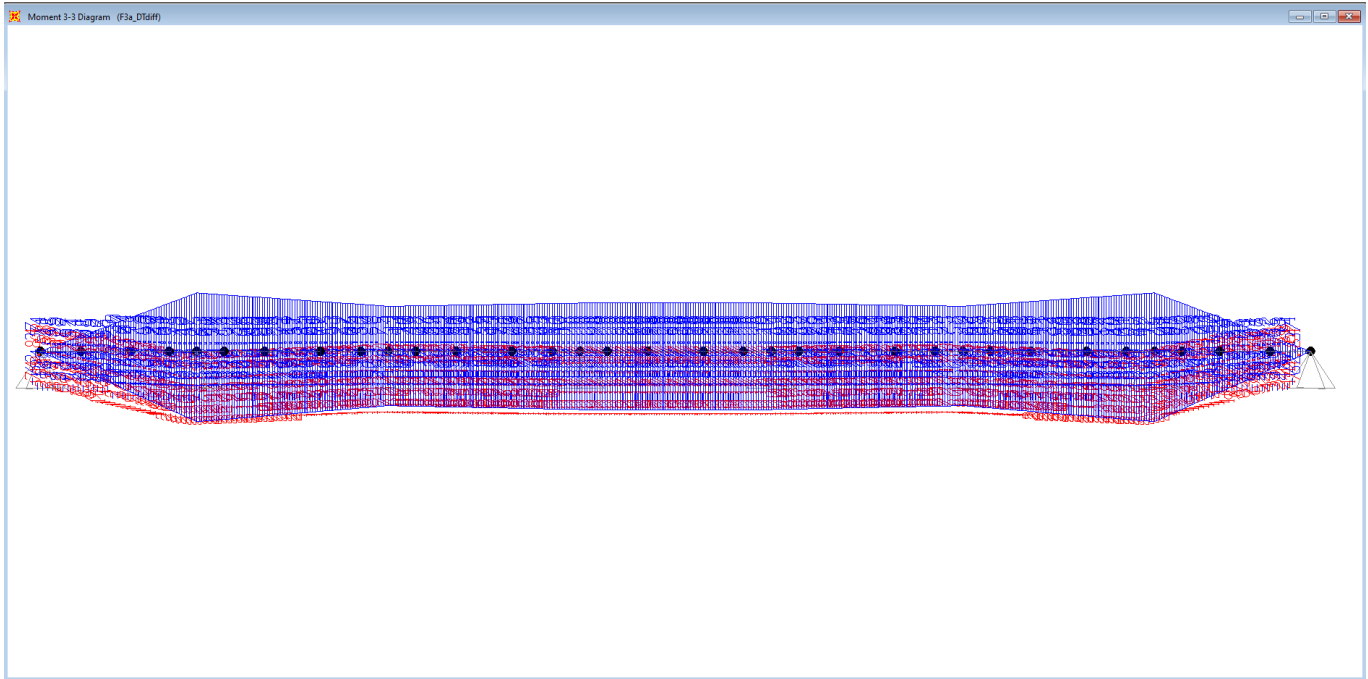


FIGURA 8-15. MOMENTO FLETTENTE TERMICA DIFFERENZIALE

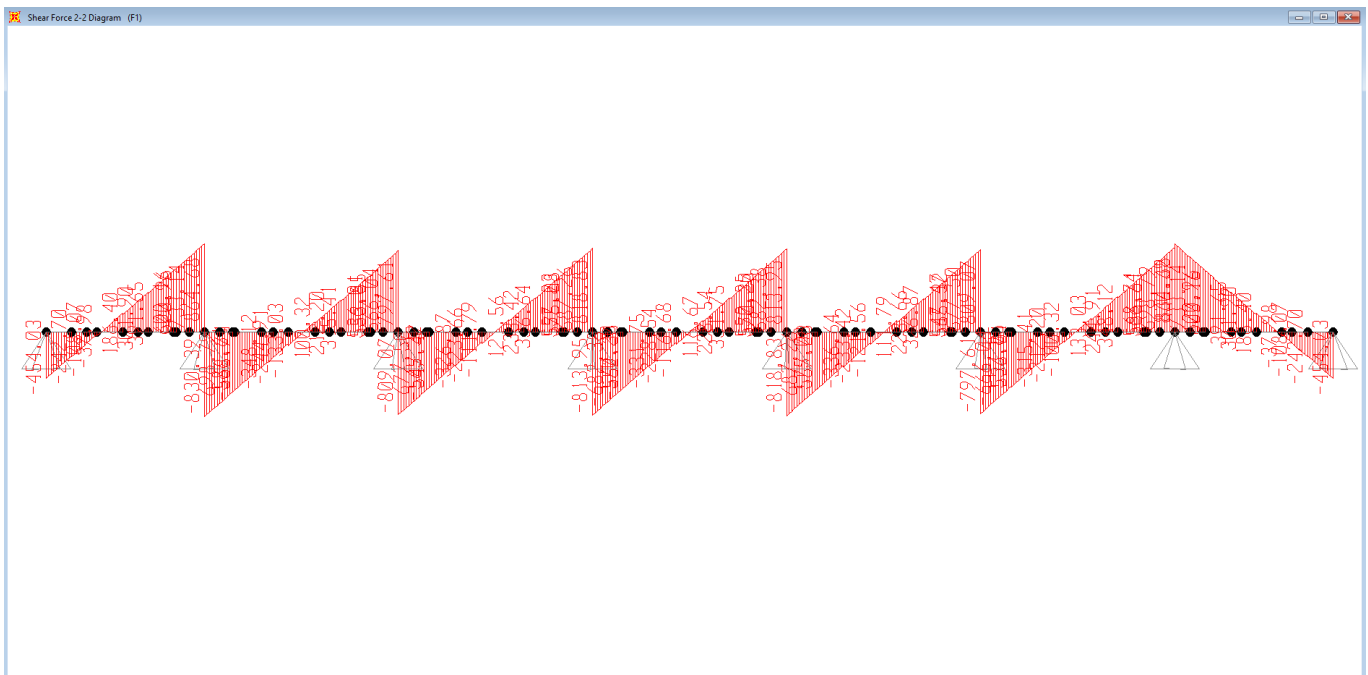


FIGURA 8-16. TAGLIO PESO CARPENTERIA METALLICA E SOLETTA

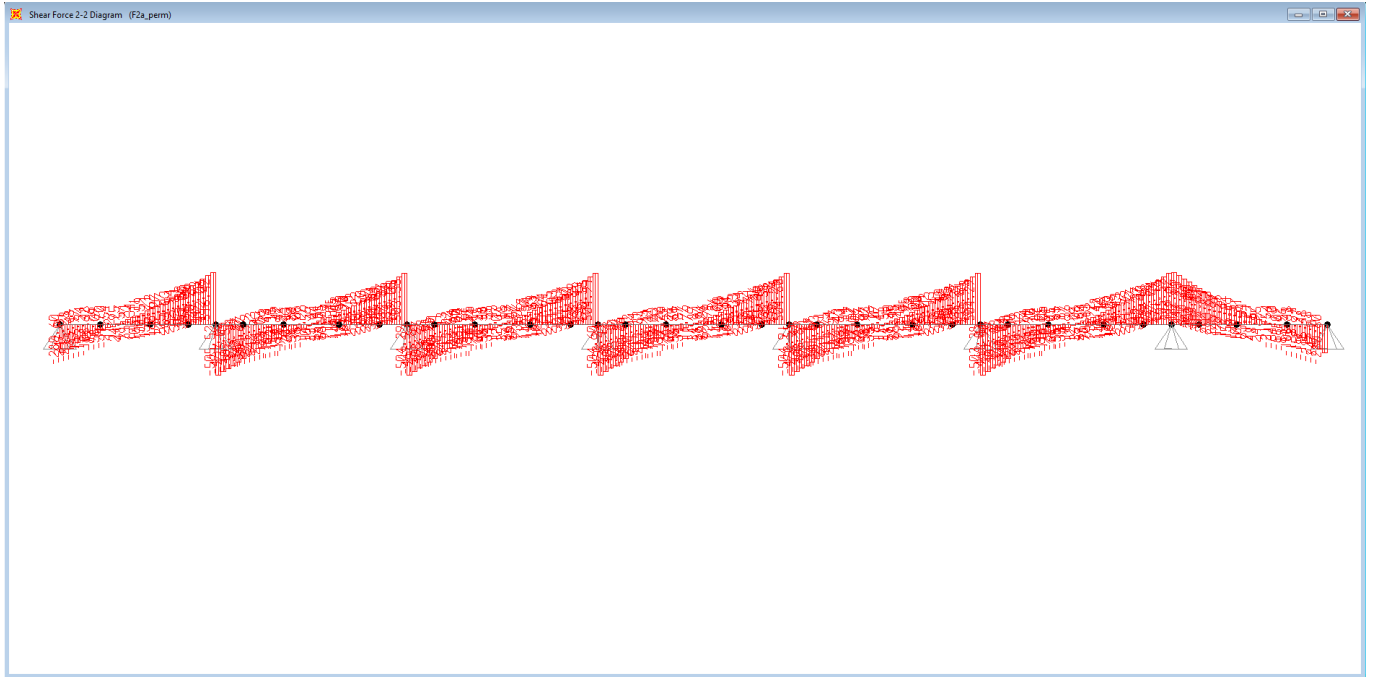


FIGURA 8-17. TAGLIO CARICO PERMANENTE

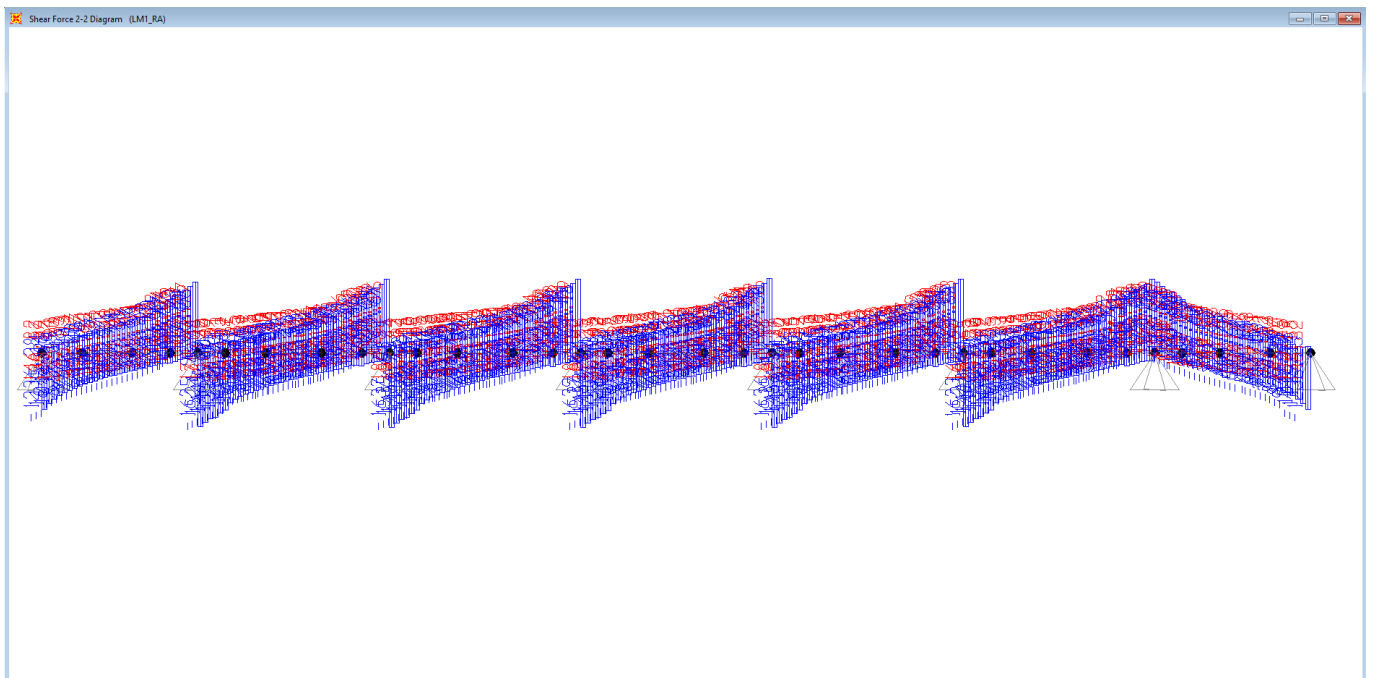


FIGURA 8-18. TAGLIO CARICO ACCIDENTALE MOBILE (CARATTERISTICO)

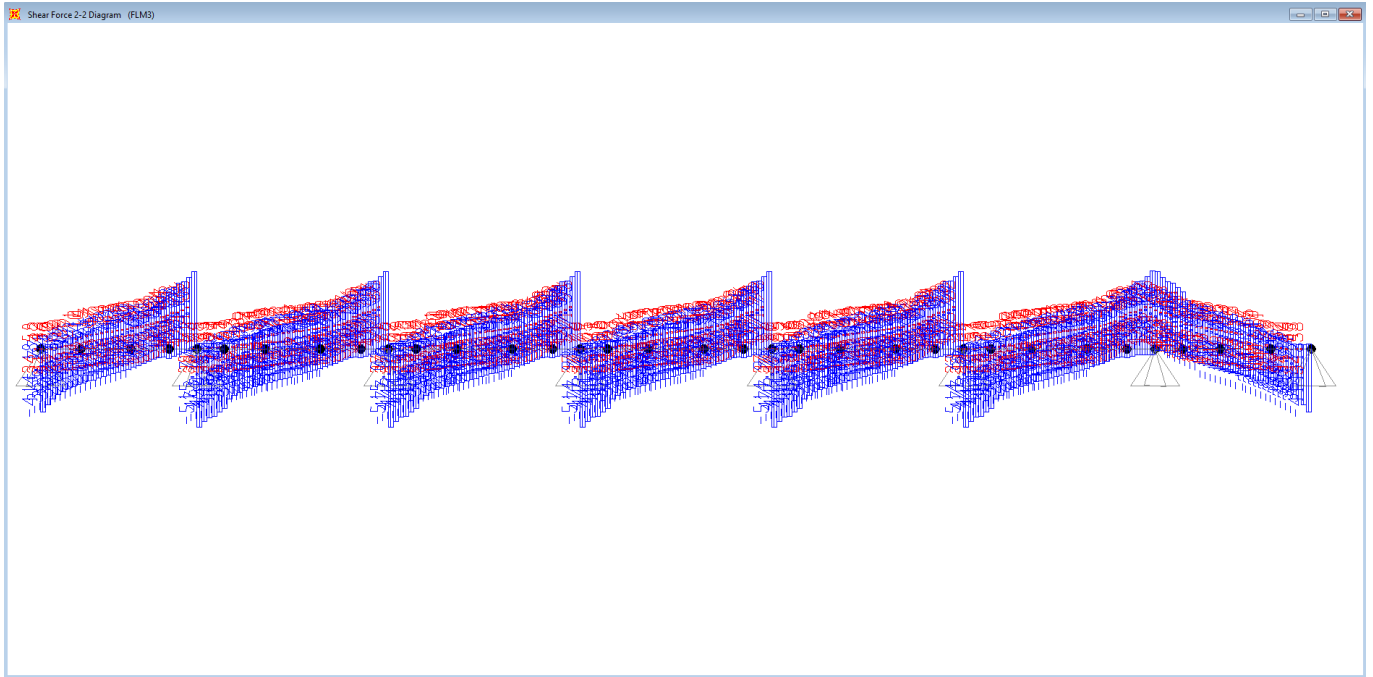


FIGURA 8-19. TAGLIO CARICO FATICA FLM3

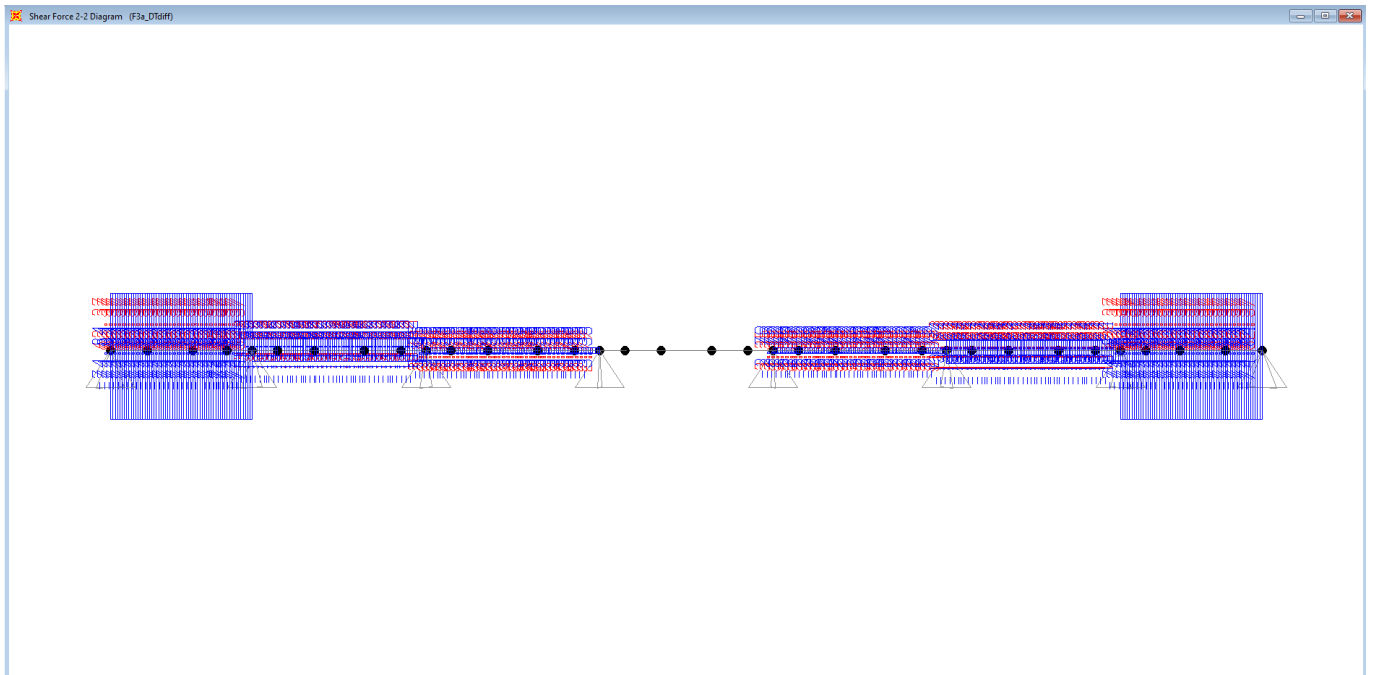


FIGURA 8-20. TAGLIO TERMICA DIFFERENZIALE



## 9 VERIFICHE PRINCIPALI DELL'IMPALCATO

I criteri per la verifica della resistenza delle sezioni a cui si fa riferimento sono contenuti in *NTC-08 cap 4.2., 4.3 e relative Istruzioni*, o nelle *EN 1993-1-1, EN1993-1-5, EN 1993-2, EN1994-1-1, EN 1994-2*.

Nell'ambito dei vari stati limite considerati, si effettuano le seguenti verifiche sezionali:

- **SLU** resistenza delle sezioni (incluse verifiche di local buckling)
- **SLE** limitazione delle tensioni  
web-breathing
- **Fatica** verifica dell'ampiezza dei  $\Delta\sigma$  (metodo dei coefficienti  $\lambda$ )

Tali verifiche sono effettuate in automatico dal programma "*Ponti EC4*" per tutte le sezioni.

### 9.1 VERIFICA TRAVI PRINCIPALI IN ACCIAIO-CALCESTRUZZO

Le travi di acciaio adottate dovranno essere prodotte in conci e solo successivamente giuntate in un'area prossima al cantiere, trasportate in posizione per la posa in opera mediante l'utilizzo di una o due gru contemporaneamente. Di seguito sono indicate le sezioni di verifica utilizzate corrispondenti alle sezioni di massima sollecitazione e di cambio concio. Per queste ultime la verifica viene condotta utilizzando la sezione di minore resistenza.

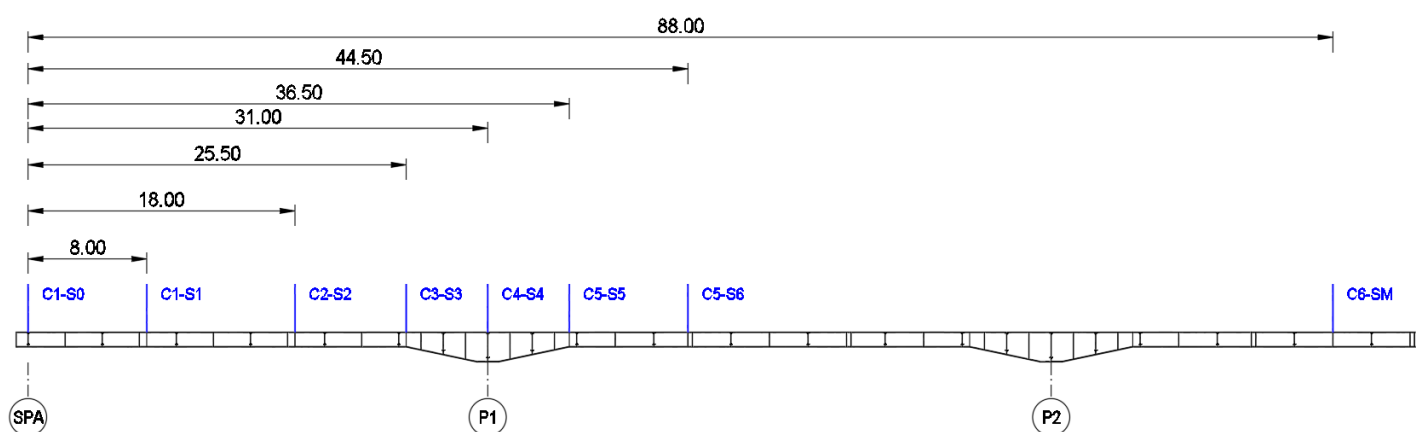


FIGURA 9-1. SEZIONI DI VERIFICA DELL'IMPALCATO

Di seguito sono riportate le sollecitazioni caratteristiche utilizzate per le verifiche delle travi principali. Le verifiche sono state condotte sulla trave esterna, che risulta la più sollecitata in ogni combinazione di carico e per ogni sezione.

| Sezione | SollRif | Fase  | V    | M     |
|---------|---------|-------|------|-------|
|         |         |       | Fz   | My    |
| [-]     | [-]     | [-]   | [kN] | [kNm] |
| C1_S0   | Mmax    | Fase1 | -454 | 0     |
| C1_S0   | Mmin    | Fase1 | -454 | 0     |
| C1_S0   | Vmax    | Fase1 | -454 | 0     |
| C1_S0   | Vmin    | Fase1 | -454 | 0     |
| C1_S1   | Mmax    | Fase1 | -108 | -2235 |
| C1_S1   | Mmin    | Fase1 | -108 | -2235 |
| C1_S1   | Vmax    | Fase1 | -108 | -2235 |
| C1_S1   | Vmin    | Fase1 | -108 | -2235 |
| C2_S2   | Mmax    | Fase1 | 7    | -2377 |
| C2_S2   | Mmin    | Fase1 | 7    | -2377 |
| C2_S2   | Vmax    | Fase1 | 7    | -2377 |
| C2_S2   | Vmin    | Fase1 | 7    | -2377 |
| C3_S3   | Mmax    | Fase1 | 621  | 2166  |
| C3_S3   | Mmin    | Fase1 | 621  | 2166  |
| C3_S3   | Vmax    | Fase1 | 621  | 2166  |
| C3_S3   | Vmin    | Fase1 | 621  | 2166  |
| C4_S4   | Mmax    | Fase1 | 865  | 6251  |
| C4_S4   | Mmin    | Fase1 | 865  | 6251  |
| C4_S4   | Vmax    | Fase1 | 865  | 6251  |
| C4_S4   | Vmin    | Fase1 | 865  | 6251  |
| C5_S5   | Mmax    | Fase1 | -587 | 2355  |
| C5_S5   | Mmin    | Fase1 | -587 | 2355  |
| C5_S5   | Vmax    | Fase1 | -587 | 2355  |
| C5_S5   | Vmin    | Fase1 | -587 | 2355  |
| C5_S6   | Mmax    | Fase1 | -245 | -965  |
| C5_S6   | Mmin    | Fase1 | -245 | -965  |
| C5_S6   | Vmax    | Fase1 | -245 | -965  |
| C5_S6   | Vmin    | Fase1 | -245 | -965  |
| C6_SM   | Mmax    | Fase1 | 0    | -1898 |
| C6_SM   | Mmin    | Fase1 | 0    | -1898 |
| C6_SM   | Vmax    | Fase1 | 0    | -1898 |
| C6_SM   | Vmin    | Fase1 | 0    | -1898 |

TABELLA 9-1. SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – FASE 1

| Sezione | SolIRif | Fase   | V    | M     |
|---------|---------|--------|------|-------|
|         |         |        | Fz   | My    |
| [-]     | [-]     | [-]    | [kN] | [kNm] |
| C1_S0   | Mmax    | Fase2a | -281 | 0     |
| C1_S0   | Mmin    | Fase2a | -281 | 0     |
| C1_S0   | Vmax    | Fase2a | -281 | 0     |
| C1_S0   | Vmin    | Fase2a | -281 | 0     |
| C1_S1   | Mmax    | Fase2a | -83  | -1359 |
| C1_S1   | Mmin    | Fase2a | -83  | -1359 |
| C1_S1   | Vmax    | Fase2a | -83  | -1359 |
| C1_S1   | Vmin    | Fase2a | -83  | -1359 |
| C2_S2   | Mmax    | Fase2a | -22  | -1465 |
| C2_S2   | Mmin    | Fase2a | -22  | -1465 |
| C2_S2   | Vmax    | Fase2a | -22  | -1465 |
| C2_S2   | Vmin    | Fase2a | -22  | -1465 |
| C3_S3   | Mmax    | Fase2a | 353  | 752   |
| C3_S3   | Mmin    | Fase2a | 353  | 752   |
| C3_S3   | Vmax    | Fase2a | 353  | 752   |
| C3_S3   | Vmin    | Fase2a | 353  | 752   |
| C4_S4   | Mmax    | Fase2a | 516  | 3169  |
| C4_S4   | Mmin    | Fase2a | 516  | 3169  |
| C4_S4   | Vmax    | Fase2a | 516  | 3169  |
| C4_S4   | Vmin    | Fase2a | 516  | 3169  |
| C5_S5   | Mmax    | Fase2a | -342 | 812   |
| C5_S5   | Mmin    | Fase2a | -342 | 812   |
| C5_S5   | Vmax    | Fase2a | -342 | 812   |
| C5_S5   | Vmin    | Fase2a | -342 | 812   |
| C5_S6   | Mmax    | Fase2a | -118 | -912  |
| C5_S6   | Mmin    | Fase2a | -118 | -912  |
| C5_S6   | Vmax    | Fase2a | -118 | -912  |
| C5_S6   | Vmin    | Fase2a | -118 | -912  |
| C6_SM   | Mmax    | Fase2a | 0    | -1248 |
| C6_SM   | Mmin    | Fase2a | 0    | -1248 |
| C6_SM   | Vmax    | Fase2a | 0    | -1248 |
| C6_SM   | Vmin    | Fase2a | 0    | -1248 |

TABELLA 9-2. SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – FASE 2A

| Sezione | SolIRif | Fase   | V    | M     |
|---------|---------|--------|------|-------|
|         |         |        | Fz   | My    |
| [-]     | [-]     | [-]    | [kN] | [kNm] |
| C1_S0   | Mmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C1_S0   | Mmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C1_S0   | Vmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C1_S0   | Vmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C1_S1   | Mmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C1_S1   | Mmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C1_S1   | Vmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C1_S1   | Vmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C2_S2   | Mmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C2_S2   | Mmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C2_S2   | Vmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C2_S2   | Vmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C3_S3   | Mmax    | Fase2b | 0    | -957  |
| C3_S3   | Mmin    | Fase2b | 0    | -957  |
| C3_S3   | Vmax    | Fase2b | 0    | -957  |
| C3_S3   | Vmin    | Fase2b | 0    | -957  |
| C4_S4   | Mmax    | Fase2b | 0    | -1145 |
| C4_S4   | Mmin    | Fase2b | 0    | -1145 |
| C4_S4   | Vmax    | Fase2b | 0    | -1145 |
| C4_S4   | Vmin    | Fase2b | 0    | -1145 |
| C5_S5   | Mmax    | Fase2b | 0    | -1046 |
| C5_S5   | Mmin    | Fase2b | 0    | -1046 |
| C5_S5   | Vmax    | Fase2b | 0    | -1046 |
| C5_S5   | Vmin    | Fase2b | 0    | -1046 |
| C5_S6   | Mmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C5_S6   | Mmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C5_S6   | Vmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C5_S6   | Vmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C6_SM   | Mmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C6_SM   | Mmin    | Fase2b | 0    | 0     |
| C6_SM   | Vmax    | Fase2b | 0    | 0     |
| C6_SM   | Vmin    | Fase2b | 0    | 0     |

TABELLA 9-3. SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – FASE 2B

| Sezione | SollRif | Fase   | V    | M     |
|---------|---------|--------|------|-------|
|         |         |        | Fz   | My    |
| [-]     | [-]     | [-]    | [kN] | [kNm] |
| C1_S0   | Mmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C1_S0   | Mmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C1_S0   | Vmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C1_S0   | Vmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C1_S1   | Mmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C1_S1   | Mmin    | Fase3a | 0    | -599  |
| C1_S1   | Vmax    | Fase3a | 0    | -599  |
| C1_S1   | Vmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C2_S2   | Mmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C2_S2   | Mmin    | Fase3a | 0    | -1347 |
| C2_S2   | Vmax    | Fase3a | 0    | -1347 |
| C2_S2   | Vmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C3_S3   | Mmax    | Fase3a | 0    | 1590  |
| C3_S3   | Mmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C3_S3   | Vmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C3_S3   | Vmin    | Fase3a | 0    | 1590  |
| C4_S4   | Mmax    | Fase3a | 0    | 1933  |
| C4_S4   | Mmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C4_S4   | Vmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C4_S4   | Vmin    | Fase3a | 0    | 1933  |
| C5_S5   | Mmax    | Fase3a | 0    | 1870  |
| C5_S5   | Mmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C5_S5   | Vmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C5_S5   | Vmin    | Fase3a | 0    | 1870  |
| C5_S6   | Mmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C5_S6   | Mmin    | Fase3a | 0    | -2132 |
| C5_S6   | Vmax    | Fase3a | 0    | -2132 |
| C5_S6   | Vmin    | Fase3a | 0    | 0     |
| C6_SM   | Mmax    | Fase3a | 0    | 0     |
| C6_SM   | Mmin    | Fase3a | 0    | -1872 |
| C6_SM   | Vmax    | Fase3a | 0    | -1872 |
| C6_SM   | Vmin    | Fase3a | 0    | 0     |

TABELLA 9-4. SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – FASE 3A

| Sezione | SolIRif | Fase   | V     | M     |
|---------|---------|--------|-------|-------|
|         |         |        | Fz    | My    |
| [-]     | [-]     | [-]    | [kN]  | [kNm] |
| C1_S0   | Mmax    | Fase3b | -841  | 77    |
| C1_S0   | Mmin    | Fase3b | 71    | -29   |
| C1_S0   | Vmax    | Fase3b | 147   | -22   |
| C1_S0   | Vmin    | Fase3b | -1236 | 46    |
| C1_S1   | Mmax    | Fase3b | 129   | 913   |
| C1_S1   | Mmin    | Fase3b | -680  | -5748 |
| C1_S1   | Vmax    | Fase3b | 372   | -2740 |
| C1_S1   | Vmin    | Fase3b | -725  | -5288 |
| C2_S2   | Mmax    | Fase3b | 135   | 1629  |
| C2_S2   | Mmin    | Fase3b | -400  | -6631 |
| C2_S2   | Vmax    | Fase3b | 602   | -4627 |
| C2_S2   | Vmin    | Fase3b | -510  | -5623 |
| C3_S3   | Mmax    | Fase3b | 219   | 3478  |
| C3_S3   | Mmin    | Fase3b | 554   | -3159 |
| C3_S3   | Vmax    | Fase3b | 1190  | -821  |
| C3_S3   | Vmin    | Fase3b | -224  | -2154 |
| C4_S4   | Mmax    | Fase3b | 683   | 6202  |
| C4_S4   | Mmin    | Fase3b | -55   | -1142 |
| C4_S4   | Vmax    | Fase3b | 1571  | 4683  |
| C4_S4   | Vmin    | Fase3b | -66   | -821  |
| C5_S5   | Mmax    | Fase3b | -299  | 2936  |
| C5_S5   | Mmin    | Fase3b | -466  | -2707 |
| C5_S5   | Vmax    | Fase3b | 281   | -1665 |
| C5_S5   | Vmin    | Fase3b | -1250 | -920  |
| C5_S6   | Mmax    | Fase3b | -59   | 1926  |
| C5_S6   | Mmin    | Fase3b | -238  | -6053 |
| C5_S6   | Vmax    | Fase3b | 429   | -3778 |
| C5_S6   | Vmin    | Fase3b | -751  | -4424 |
| C6_SM   | Mmax    | Fase3b | 70    | 1839  |
| C6_SM   | Mmin    | Fase3b | -410  | -6933 |
| C6_SM   | Vmax    | Fase3b | 602   | -5050 |
| C6_SM   | Vmin    | Fase3b | -602  | -5122 |

TABELLA 9-5. SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – FASE 3B (TRAFFICO CARATTERISTICA)

| Sezione | SolIRif | Fase   | V    | M     |
|---------|---------|--------|------|-------|
|         |         |        | Fz   | My    |
| [-]     | [-]     | [-]    | [kN] | [kNm] |
| C1_S0   | Mmax    | Fase3b | -472 | 44    |
| C1_S0   | Mmin    | Fase3b | 40   | -15   |
| C1_S0   | Vmax    | Fase3b | 77   | -11   |
| C1_S0   | Vmin    | Fase3b | -738 | 23    |
| C1_S1   | Mmax    | Fase3b | 68   | 480   |
| C1_S1   | Mmin    | Fase3b | -414 | -3337 |
| C1_S1   | Vmax    | Fase3b | 227  | -1900 |
| C1_S1   | Vmin    | Fase3b | -432 | -3151 |
| C2_S2   | Mmax    | Fase3b | 72   | 860   |
| C2_S2   | Mmin    | Fase3b | -265 | -3811 |
| C2_S2   | Vmax    | Fase3b | 358  | -2988 |
| C2_S2   | Vmin    | Fase3b | -311 | -3386 |
| C3_S3   | Mmax    | Fase3b | 114  | 1864  |
| C3_S3   | Mmin    | Fase3b | 333  | -1854 |
| C3_S3   | Vmax    | Fase3b | 692  | -874  |
| C3_S3   | Vmin    | Fase3b | -144 | -1348 |
| C4_S4   | Mmax    | Fase3b | 305  | 3141  |
| C4_S4   | Mmin    | Fase3b | -27  | -591  |
| C4_S4   | Vmax    | Fase3b | 919  | 2057  |
| C4_S4   | Vmin    | Fase3b | -33  | -441  |
| C5_S5   | Mmax    | Fase3b | -144 | 1590  |
| C5_S5   | Mmin    | Fase3b | -299 | -1646 |
| C5_S5   | Vmax    | Fase3b | 165  | -1136 |
| C5_S5   | Vmin    | Fase3b | -718 | -879  |
| C5_S6   | Mmax    | Fase3b | -42  | 1003  |
| C5_S6   | Mmin    | Fase3b | -153 | -3469 |
| C5_S6   | Vmax    | Fase3b | 257  | -2379 |
| C5_S6   | Vmin    | Fase3b | -436 | -2773 |
| C6_SM   | Mmax    | Fase3b | -36  | 440   |
| C6_SM   | Mmin    | Fase3b | -9   | -1625 |
| C6_SM   | Vmax    | Fase3b | 125  | -1321 |
| C6_SM   | Vmin    | Fase3b | -228 | -1503 |

TABELLA 9-6. SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – FASE 3B (TRAFFICO FREQUENTE)

| Sezione | SolIRif | Fase   | V    | M     |
|---------|---------|--------|------|-------|
|         |         |        | Fz   | My    |
| [-]     | [-]     | [-]    | [kN] | [kNm] |
| C1_S0   | Mmax    | Fase3b | -279 | 27    |
| C1_S0   | Mmin    | Fase3b | 34   | -5    |
| C1_S0   | Vmax    | Fase3b | 35   | -5    |
| C1_S0   | Vmin    | Fase3b | -414 | 22    |
| C1_S1   | Mmax    | Fase3b | 32   | 214   |
| C1_S1   | Mmin    | Fase3b | -127 | -1645 |
| C1_S1   | Vmax    | Fase3b | 84   | -907  |
| C1_S1   | Vmin    | Fase3b | -234 | -1605 |
| C2_S2   | Mmax    | Fase3b | 36   | 394   |
| C2_S2   | Mmin    | Fase3b | -60  | -1771 |
| C2_S2   | Vmax    | Fase3b | 186  | -1649 |
| C2_S2   | Vmin    | Fase3b | -170 | -1679 |
| C3_S3   | Mmax    | Fase3b | 56   | 932   |
| C3_S3   | Mmin    | Fase3b | 249  | -800  |
| C3_S3   | Vmax    | Fase3b | 381  | -708  |
| C3_S3   | Vmin    | Fase3b | -59  | -554  |
| C4_S4   | Mmax    | Fase3b | 68   | 1336  |
| C4_S4   | Mmin    | Fase3b | -9   | -261  |
| C4_S4   | Vmax    | Fase3b | 512  | 871   |
| C4_S4   | Vmin    | Fase3b | -9   | -261  |
| C5_S5   | Mmax    | Fase3b | -51  | 816   |
| C5_S5   | Mmin    | Fase3b | -256 | -723  |
| C5_S5   | Vmax    | Fase3b | 58   | -532  |
| C5_S5   | Vmin    | Fase3b | -390 | -623  |
| C5_S6   | Mmax    | Fase3b | -36  | 440   |
| C5_S6   | Mmin    | Fase3b | -9   | -1625 |
| C5_S6   | Vmax    | Fase3b | 125  | -1321 |
| C5_S6   | Vmin    | Fase3b | -228 | -1503 |
| C6_SM   | Mmax    | Fase3b | 33   | 308   |
| C6_SM   | Mmin    | Fase3b | -73  | -1784 |
| C6_SM   | Vmax    | Fase3b | 182  | -1694 |
| C6_SM   | Vmin    | Fase3b | -182 | -1694 |

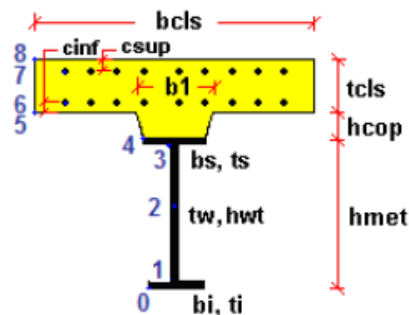
TABELLA 9-7. SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – FASE 3B (TRAFFICO FATICA)



### 9.1.1 SLU – RESISTENZA DELLE SEZIONI

Le verifiche SLU di resistenza della sezione viene effettuata attraverso in seguenti passaggi:

- **Pre-classificazione della sezione:** effettuata sulla base delle caratteristiche geometriche dei singoli sottocomponenti;
- **Analisi plastica:** tracciamento dei domini di resistenza della sezione  $N/M_{rd}$  ed  $N/M_{f,rd}$  (dominio della sezione privata dell'anima);
- **Classificazione effettiva della sezione:** effettuata sulla base dell'effettivo valore di  $N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$  per la combinazione in esame (max/min  $M_{Ed}$ , max/min  $V_{Ed}$ , con i rispettivi valori concomitanti);
- **Verifica a plastica a pressoflessione (sezioni cl. 1 e 2):** valutazione del massimo rapporto di sfruttamento plastico  $\eta_1$ ; effettuata con riferimento a  $N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$  agenti isolatamente, e per effetto combinato.
- **Verifica elastica a pressoflessione (sezioni cl. 3-4):** valutazione del massimo rapporto di sfruttamento elastico  $\Pi_1$ , effettuata rispettivamente per le sezioni in classe 3/4 con riferimento alle caratteristiche geometriche lorde/efficaci. Le caratteristiche geometriche efficaci vengono dedotte in maniera iterativa, tenendo conto delle flessioni parassite che nascono per effetto dell'eccentricità assunta dall'azione assiale di progetto causata dallo "shift" progressivo dell'a.n.e. Le tensioni vengono valutate in corrispondenza delle 8 fibre indicate nello schema seguente. Nell'ambito del calcolo tensionale, la soletta viene considerata "cracked" (non reagente) all'atto dell'annullamento della tensione di compressione valutata in corrispondenza della fibra media. Contestualmente all'annullamento della soletta, si annullano anche le sollecitazioni da ritiro primario;



- **Verifica a taglio - sezioni non soggette a "shear buckling":** viene effettuato il calcolo del taglio resistente plastico, ed il calcolo del rapporto di sfruttamento a taglio;
- **Verifica a taglio - sezioni suscettibili di "shear buckling":** per sezioni soggette a "shear buckling" viene valutato il coefficiente di riduzione  $\chi_w$ , e successivamente valutato il taglio resistente  $V_{b,Rd}$  come somma dei contributi resistenti dell'anima  $V_{bw,Rd}$  e, se applicabile, delle flange  $V_{bf,Rd}$ ;

- **Verifica interazione azione assiale - flessione - taglio (tutte le classi):** si adotta univocamente, per tutte le classi di sezione, l'approccio proposto da EN 1993-1-5, cap. 7.1, che consiste nella valutazione di un rapporto di sfruttamento modificato in funzione dei singoli rapporti di sfruttamento valutati per pressoflessione e taglio agenti separatamente. L'adozione di questa formulazione risulta a rigore solo leggermente più cautelativa di quella riservata alle sezioni di classe 1 – 2, per le quali l'interazione N-M-V si risolverebbe con la deduzione di un rapporto di sfruttamento elastico per tensioni normali valutato con riferimento ad una anima opportunamente ridotta per tenere conto dell'influenza del taglio (cfr. EN 1994-2 cap. 6.2.2.4.(2)).

Un'ulteriore ipotesi cautelativa, riservata alla verifica di sezioni in classe 3-4, è l'utilizzo sistematico del rapporto di sfruttamento elastico  $\eta_1$  in luogo di quello plastico  $\eta_1$ , indipendentemente dall'andamento delle tensioni lungo l'anima (a rigore la EN 1993-1-5, cap. 7.1.(4) e (5) prevede tale accortezza solo qualora l'anima risulti interamente in compressione). Come già evidenziato relativamente al calcolo del contributo resistente a taglio delle flange, le resistenze plastiche della sezione completa e della sezione privata dell'anima sono rilevate direttamente dai rispettivi domini di interazione, per cui:

- $M_{pl, Rd} = M_{pl(N), Rd}$ ;
- $M_{f, Rd} = M_{f(N), Rd}$

Si rileva incidentalmente che la disuguaglianza associata alla formula di interazione presentata poco sopra, evidenzia implicitamente che la formula non è applicabile (non vi è interazione) qualora il momento di progetto sia minore di quello sopportabile dalle sole flange.

Per sezioni in classe 3-4, il momento di progetto  $M_{Ed}$  viene valutato sulla base degli stress cumulati nella fibra più sollecitata ( $M_{Ed, eq} = \max | W_{xi} \times \Sigma \sigma_{xi} |$ ).

Le tabelle seguenti restituiscono l'output sintetico della verifica del programma **Ponti EC4**, contenenti, per ciascuna sezione e per ciascuna condizione esaminata, i seguenti risultati:

- classificazione della sezione in **fase 1**;
- classificazione della sezione in **fase finale**;
- $\eta_1 = M_{Ed}/M_{R, d}$  (rapporto di sfruttamento plastico per tensioni normali);
- $\eta_1 = \sigma_{Ed}/(f_y/\gamma_{m0})$  (rapporto di sfruttamento elastico per tensioni normali);
- $V_{Ed}/V_{Rd}$  (rapporto di sfruttamento a taglio);
- $M_{Ed}/M_{f, Rd}$  (rapporto di sfruttamento interno della sezione con aliquota di  $M_E$  portata dalle sole flange);
- $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw, Rd}$  (rapporto di sfruttamento plastico a taglio);
- $V/M/N$  (rapporto di sfruttamento per azione combinata)

Si evidenzia che sia l'analisi plastica, sia l'analisi elastica vengono effettuate sistematicamente dal programma, indipendentemente dalla classificazione della sezione.

| Sezione | X (m) | Combinazione    | Classe F1 | Classe F3b | MEd/MR | SigEd /fy | VEd/VRd | MEd/Mf,Rd | VEd/Vbw,Rd | V/M/N   |
|---------|-------|-----------------|-----------|------------|--------|-----------|---------|-----------|------------|---------|
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | -0.15  | 0.13      | 0.411   | 0.18      | 0.431      | No int. |
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Mmin | 3         | 3          | -0.14  | 0.132     | 0.173   | 0.17      | 0.182      | No int. |
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | -0.14  | 0.131     | 0.153   | 0.17      | 0.161      | No int. |
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | -0.14  | 0.13      | 0.514   | 0.18      | 0.539      | 0.131   |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Mmax | 3         | 1          | 0.14   | -0.387    | 0.016   | 0.16      | 0.017      | No int. |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.5    | -0.65     | 0.227   | 0.59      | 0.238      | No int. |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.35   | -0.47     | 0.047   | 0.41      | 0.05       | No int. |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.46   | -0.598    | 0.239   | 0.54      | 0.251      | No int. |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Mmax | 3         | 1          | 0.11   | -0.369    | 0.035   | 0.12      | 0.036      | No int. |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.54   | -0.657    | 0.119   | 0.61      | 0.125      | No int. |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.44   | -0.552    | 0.169   | 0.5       | 0.177      | No int. |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.45   | -0.557    | 0.151   | 0.51      | 0.158      | No int. |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | -0.46  | 0.573     | 0.325   | 0.54      | 0.341      | No int. |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.05   | -0.232    | 0.417   | 0.06      | 0.437      | No int. |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | -0.09  | 0.212     | 0.591   | 0.1       | 0.619      | 0.22    |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | -0.07  | 0.209     | 0.205   | 0.08      | 0.214      | No int. |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | -0.41  | 0.533     | 0.395   | 0.5       | 0.423      | No int. |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Mmin | 3         | 3          | -0.19  | 0.301     | 0.247   | 0.23      | 0.272      | No int. |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | -0.34  | 0.458     | 0.559   | 0.41      | 0.605      | No int. |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | -0.23  | 0.344     | 0.246   | 0.28      | 0.269      | No int. |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | -0.45  | 0.566     | 0.365   | 0.53      | 0.383      | No int. |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.02   | -0.214    | 0.415   | 0.03      | 0.435      | No int. |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | -0.04  | 0.224     | 0.193   | 0.05      | 0.202      | No int. |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | -0.18  | 0.26      | 0.649   | 0.21      | 0.68       | No int. |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | ()     | 0.097     | 0.126   | 0         | 0.132      | No int. |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.45   | -0.58     | 0.179   | 0.51      | 0.187      | No int. |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.34   | -0.417    | 0.02    | 0.38      | 0.02       | No int. |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.3    | -0.361    | 0.332   | 0.34      | 0.348      | No int. |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Mmax | 3         | 1          | 0.06   | -0.176    | 0.026   | 0.07      | 0.027      | No int. |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.56   | -0.652    | 0.154   | 0.62      | 0.155      | No int. |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.47   | -0.548    | 0.227   | 0.51      | 0.228      | No int. |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.41   | -0.485    | 0.227   | 0.45      | 0.228      | No int. |

TABELLA 9-8. VERIFICA RESISTENZA SLU TRAVI PRINCIPALI – OUTPUT SINTETICO

Si osserva che i valori riportati risultano tutti entro i limiti di normativa. Le verifiche possono pertanto ritenersi soddisfatte.

Di seguito si illustrano i risultati del programma di verifica per le sezioni considerate per le combinazioni dimensionanti.

## Sezione C1 S0

### Caratteristiche generali

#### Dati principali

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 1000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x30 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x50 mm   |
| Anima                            | 24x920 mm, Inclinazione: 0   |
| Soletta                          | 3928x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 20 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 20 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 30/m                              |

#### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

#### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 9.808E+4  | 1.789E+5  | 1.815E+5  | 1.789E+5  | 2.718E+5  | 1.228E+5  |
| Z <sub>G</sub> (mm)                 | 339.731   | 723.774   | 730.177   | 723.774   | 881.392   | 512.684   |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 1.64E+10  | 4.875E+10 | 4.929E+10 | 4.875E+10 | 6.217E+10 | 3.108E+10 |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -4.828E+7 | -6.736E+7 | -6.751E+7 | -6.736E+7 | -7.054E+7 | -6.063E+7 |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -5.661E+7 | -7.236E+7 | -7.247E+7 | -7.236E+7 | -7.478E+7 | -6.718E+7 |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.602E+7  | 1.98E+8   | 2.055E+8  | 1.98E+8   | 7.017E+8  | 6.797E+7  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.484E+7  | 1.765E+8  | 1.827E+8  | 1.765E+8  | 5.242E+8  | 6.379E+7  |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.408E+8  | 1.451E+8  | 1.408E+8  | 3.296E+8  | 5.577E+7  |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.171E+8  | 1.203E+8  | 1.171E+8  | 2.404E+8  | 4.955E+7  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 9.092E+7  | 9.304E+7  | 9.092E+7  | 1.642E+8  | 4.159E+7  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.461E+7  | 8.651E+7  | 8.461E+7  | 1.485E+8  | 3.948E+7  |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.731E+7  | 3.843E+7  | 3.878E+7  | 3.843E+7  | 4.71E+7   | 2.682E+7  |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.832E+7  | 4.388E+7  | 4.434E+7  | 4.388E+7  | 5.54E+7   | 2.939E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.355E+7  | 4.315E+7  | 4.365E+7  | 4.315E+7  | 5.53E+7   | 2.688E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -3.725E-9 | 3.767E+7  | 3.829E+7  | 3.767E+7  | 5.313E+7  | 1.696E+7  |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

#### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | Z <sub>N</sub> (mm) | Z <sub>max</sub> (mm) | Z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.195E+6            | 1280.79             | 1300                  | 1261.57               |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 9.715E+6            | 1200                | 1258.43               | 1141.57               |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 5.689E+6            | 1104.21             | 1138.43               | 1070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 4.829E+6            | 1260                | 1261.57               | 1258.43               |
| Strato di armatura inferiore                    | 4.829E+6            | 1140                | 1141.57               | 1138.43               |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 1034.1              | 1070                  | 1000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 7.1E+6              | 985                 | 1000                  | 970                   |
| Anima della trave di acciaio                    | 7.465E+6            | 510                 | 970                   | 50                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 1.755E+7            | 25                  | 50                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -6.037E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 4.177E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -5.29E+7            |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 3.431E+7            |                     |                       |                       |

#### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t        | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|------------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 11.26<br>7 | 0.814 | 1  | 0  |

|                   |       |       |   |   |
|-------------------|-------|-------|---|---|
| Flangia inferiore | 10.76 | 0.838 | 3 | 1 |
|-------------------|-------|-------|---|---|

### Classificazione dell'anima

|  | c/t    | $\varepsilon$ | $\alpha$ | $\psi$ | classe |
|--|--------|---------------|----------|--------|--------|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 38.333 | 0.814         | 0.447    | -0.988 | 1      |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 38.333 | 0.814         | 0        | -0.107 | 1      |
| Compressione semplice (N)                        | 38.333 | 0.814         | 1        | 1      | 4      |

### Diagrammi di interazione

| Sezione composta completa |           |               |
|---------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                     | 2.024E+4  | 461.31        |
| -6.037E+3                 | 2.166E+4  | 833.31        |
| -1.207E+4                 | 2.126E+4  | 978.07        |
| -1.811E+4                 | 2.064E+4  | 990.82        |
| -2.415E+4                 | 1.981E+4  | 1090.36       |
| -3.018E+4                 | 1.835E+4  | 1139.09       |
| -3.622E+4                 | 1.679E+4  | 1141.06       |
| -4.226E+4                 | 1.51E+4   | 1195.18       |
| -4.83E+4                  | 1.299E+4  | 1258.68       |
| -5.433E+4                 | 1.07E+4   | 1260.65       |
| -6.037E+4                 | 8.349E+3  | 1300          |
| 0E+00                     | -2.622E+4 | 991.85        |
| -6.037E+3                 | -2.685E+4 | 979.1         |
| -1.207E+4                 | -2.731E+4 | 863.39        |
| -1.811E+4                 | -2.608E+4 | 491.4         |
| -2.415E+4                 | -2.26E+4  | 119.4         |
| -3.018E+4                 | -1.761E+4 | 43            |
| -3.622E+4                 | -1.252E+4 | 34.4          |
| -4.226E+4                 | -7.38E+3  | 25.8          |
| -4.83E+4                  | -2.189E+3 | 17.2          |
| -5.433E+4                 | 3.054E+3  | 8.6           |
| -6.037E+4                 | 8.349E+3  | 0             |
| 0E+00                     | 2.024E+4  | 461.31        |
| 4.177E+3                  | 1.795E+4  | 203.93        |
| 8.354E+3                  | 1.467E+4  | 47.61         |
| 1.253E+4                  | 1.117E+4  | 41.66         |
| 1.671E+4                  | 7.655E+3  | 35.71         |
| 2.089E+4                  | 4.11E+3   | 29.75         |
| 2.506E+4                  | 5.4E+2    | 23.8          |
| 2.924E+4                  | -3.055E+3 | 17.85         |
| 3.342E+4                  | -6.674E+3 | 11.9          |
| 3.759E+4                  | -1.032E+4 | 5.95          |
| 4.177E+4                  | -1.399E+4 | 0             |
| 0E+00                     | -2.622E+4 | 991.85        |
| 4.177E+3                  | -2.572E+4 | 1073.86       |
| 8.354E+3                  | -2.481E+4 | 1124.1        |
| 1.253E+4                  | -2.374E+4 | 1139.4        |
| 1.671E+4                  | -2.266E+4 | 1140.76       |
| 2.089E+4                  | -2.156E+4 | 1161.81       |
| 2.506E+4                  | -2.028E+4 | 1212.05       |
| 2.924E+4                  | -1.88E+4  | 1258.53       |
| 3.342E+4                  | -1.722E+4 | 1259.89       |
| 3.759E+4                  | -1.564E+4 | 1261.25       |
| 4.177E+4                  | -1.399E+4 | 1300          |

| Sezione composta senza anima |           |               |
|------------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                        | 1.818E+4  | 48.87         |
| -5.29E+3                     | 1.842E+4  | 979.51        |
| -1.058E+4                    | 1.787E+4  | 990.68        |
| -1.587E+4                    | 1.72E+4   | 1080.6        |
| -2.116E+4                    | 1.598E+4  | 1138.59       |
| -2.645E+4                    | 1.461E+4  | 1140.31       |
| -3.174E+4                    | 1.323E+4  | 1158.48       |
| -3.703E+4                    | 1.159E+4  | 1222.12       |
| -4.232E+4                    | 9.651E+3  | 1259.17       |
| -4.761E+4                    | 7.648E+3  | 1260.89       |
| -5.29E+4                     | 5.576E+3  | 1300          |
| 0E+00                        | -2.225E+4 | 1113.41       |
| -5.29E+3                     | -2.32E+4  | 996.45        |
| -1.058E+4                    | -2.378E+4 | 985.27        |
| -1.587E+4                    | -2.43E+4  | 974.09        |
| -2.116E+4                    | -2.168E+4 | 45.22         |
| -2.645E+4                    | -1.724E+4 | 37.69         |
| -3.174E+4                    | -1.276E+4 | 30.15         |
| -3.703E+4                    | -8.233E+3 | 22.61         |
| -4.232E+4                    | -3.67E+3  | 15.07         |
| -4.761E+4                    | 9.331E+2  | 7.54          |
| -5.29E+4                     | 5.576E+3  | 0             |
| 0E+00                        | 1.818E+4  | 48.87         |
| 3.431E+3                     | 1.532E+4  | 43.99         |
| 6.861E+3                     | 1.244E+4  | 39.1          |
| 1.029E+4                     | 9.54E+3   | 34.21         |
| 1.372E+4                     | 6.625E+3  | 29.32         |
| 1.715E+4                     | 3.694E+3  | 24.44         |
| 2.058E+4                     | 7.453E+2  | 19.55         |
| 2.401E+4                     | -2.22E+3  | 14.66         |
| 2.744E+4                     | -5.201E+3 | 9.77          |
| 3.087E+4                     | -8.2E+3   | 4.89          |
| 3.431E+4                     | -1.122E+4 | 0             |
| 0E+00                        | -2.225E+4 | 1113.41       |
| 3.431E+3                     | -2.139E+4 | 1138.87       |
| 6.861E+3                     | -2.051E+4 | 1139.98       |
| 1.029E+4                     | -1.962E+4 | 1141.1        |
| 1.372E+4                     | -1.87E+4  | 1165.44       |
| 1.715E+4                     | -1.766E+4 | 1206.7        |
| 2.058E+4                     | -1.647E+4 | 1247.97       |
| 2.401E+4                     | -1.518E+4 | 1259.26       |
| 2.744E+4                     | -1.388E+4 | 1260.38       |
| 3.087E+4                     | -1.258E+4 | 1261.49       |
| 3.431E+4                     | -1.122E+4 | 1300          |

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Mmax)

| Fase    | N (N)   | V (N)    | M (Nm)  | T (Nm) |
|---------|---------|----------|---------|--------|
| 1       | 0E+00   | -6.13E+5 | 0E+00   | 0E+00  |
| 2a      | 0E+00   | -3.79E+5 | 0E+00   | 0E+00  |
| 2b      | 1.65E-3 | 0E+00    | 0E+00   | 0E+00  |
| Rit.Iso | 3.64E+6 | 0        | 1.66E+6 | 0      |

|          |         |          |         |       |
|----------|---------|----------|---------|-------|
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00   | 0E+00 |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00   | 0E+00 |
| Term.Iso | 2.25E+6 | 0        | 6.84E+5 | 0     |
| 3b       | 0E+00   | -1.14E+6 | 1.04E+5 | 0E+00 |
| Totale   | 5.89E+6 | -2.13E+6 | 2.44E+6 | 0E+00 |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|-------|--------|
| Anima                 | 38.33 | 98.17                | 0.05 | -7.45 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.27 |                      |      |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 10.76 |                      |      |       | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |       | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 5.893E+6 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.444E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 5.893E+6 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 2.024E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.444E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.67E+7  |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0.141    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.121    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.146    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|                | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0    | 0                     | 0              | -1.5                  | 0              | 0                     | 0              | -1.5     | -0.4                  | 0              | 0.1                   | 0              | -1.7     | 0.082          |
| σ <sub>7</sub> | 0    | 0                     | 0              | 37.8                  | 0              | 0                     | 0              | 37.8     | 12.5                  | 0              | 0.6                   | 2.5            | 50.9     | 0.13           |
| σ <sub>6</sub> | 0    | 0                     | 0              | 33.8                  | 0              | 0                     | 0              | 33.8     | 11.1                  | 0              | 0.4                   | 2.1            | 45.4     | 0.116          |
| σ <sub>5</sub> | 0    | 0                     | 0              | -2                    | 0              | 0                     | 0              | -2       | -0.8                  | 0              | 0.1                   | 0              | -2.7     | 0.128          |
| σ <sub>4</sub> | 0    | 0                     | 0              | 29.1                  | 0              | 0                     | 0              | 29.1     | 9.6                   | 0              | 0.2                   | 1.6            | 38.9     | 0.115          |
| σ <sub>3</sub> | 0    | 0                     | 0              | 28.1                  | 0              | 0                     | 0              | 28.1     | 9.3                   | 0              | 0.1                   | 1.5            | 37.5     | 0.111          |
| σ <sub>2</sub> | 0    | 0                     | 0              | 20.1                  | 0              | 0                     | 0              | 20.1     | 8.3                   | 0              | 0                     | 0              | 28.3     | 0.084          |
| σ <sub>1</sub> | 0    | 0                     | 0              | -2.8                  | 0              | 0                     | 0              | -2.8     | -0.9                  | 0              | -1.4                  | -1.5           | -5       | 0.016          |
| σ <sub>0</sub> | 0    | 0                     | 0              | -4.5                  | 0              | 0                     | 0              | -4.5     | -1.4                  | 0              | -1.5                  | -1.7           | -7.3     | 0.023          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.13 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.48 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1.73 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.72 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 38.333 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.182 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.937E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.435, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.475$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.937E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.538, \quad \tau_{cr} = 708, \quad C = 2272$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 2.04E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.325E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 1.539$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0.411, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.431, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.13$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -6.13E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.79E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.65E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.64E+6 | 0        | 1.66E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 2.25E+6 | 0        | 6.84E+5  | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 9.52E+4  | -3.86E+4 | 0E+00  |
| Totale   | 5.89E+6 | -8.97E+5 | 2.3E+6   | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ      | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|--------|--------|
| Anima                 | 38.33 | 98.17                | 0.05 | -11.93 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.27 |                      |      |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 10.76 |                      |      |        | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |        | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)**

| Azione assiale                    |          | Flessione semplice                |          | Interazione N/M                   |          |
|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)               | 5.893E+6 | M <sub>Ed</sub> (Nm)              | 2.301E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)               | 5.893E+6 |
| N <sub>Rd</sub> (N)               | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)              | 2.024E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)              | 2.301E+6 |
|                                   |          |                                   |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)              | 1.67E+7  |
| N <sub>Ed</sub> / N <sub>Rd</sub> | 0.141    | M <sub>Ed</sub> / M <sub>Rd</sub> | 0.114    | M <sub>Ed</sub> / M <sub>Rd</sub> | 0.138    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

|                | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0    | 0                     | 0              | -1.5                  | 0              | 0                     | 0              | -1.5     | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | -1.9     | 0.089          |
| σ <sub>7</sub> | 0    | 0                     | 0              | 37.8                  | 0              | 0                     | 0              | 37.8     | 12.5                  | 0              | -0.2                  | -0.9           | 50.1     | 0.128          |
| σ <sub>6</sub> | 0    | 0                     | 0              | 33.8                  | 0              | 0                     | 0              | 33.8     | 11.1                  | 0              | -0.2                  | -0.8           | 44.8     | 0.114          |
| σ <sub>5</sub> | 0    | 0                     | 0              | -2                    | 0              | 0                     | 0              | -2       | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | -2.8     | 0.132          |
| σ <sub>4</sub> | 0    | 0                     | 0              | 29.1                  | 0              | 0                     | 0              | 29.1     | 9.6                   | 0              | -0.1                  | -0.6           | 38.6     | 0.114          |
| σ <sub>3</sub> | 0    | 0                     | 0              | 28.1                  | 0              | 0                     | 0              | 28.1     | 9.3                   | 0              | -0.1                  | -0.6           | 37.3     | 0.11           |
| σ <sub>2</sub> | 0    | 0                     | 0              | 20.1                  | 0              | 0                     | 0              | 20.1     | 8.3                   | 0              | 0                     | 0              | 28.3     | 0.084          |
| σ <sub>1</sub> | 0    | 0                     | 0              | -2.8                  | 0              | 0                     | 0              | -2.8     | -0.9                  | 0              | 0.5                   | 0.6            | -3.1     | 0.01           |
| σ <sub>0</sub> | 0    | 0                     | 0              | -4.5                  | 0              | 0                     | 0              | -4.5     | -1.4                  | 0              | 0.5                   | 0.6            | -5.3     | 0.017          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.132 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.48 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1.89 N/mm<sup>2</sup>

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.79 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling  
 $h_w/t_w = 38.333 < 31/\eta \cdot \epsilon_w \cdot (K_\tau)^{0.5} = 49.182$  Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.937E+6 N**

Essendo:

$a/h_w = 5.435$ ,  $\eta = 1.2$ ,  $K_\tau = 5.475$   
contributo anima:  $V_{bw,Rd} = 4.937E+6$  N, contributo flange:  $V_{bf,Rd} = 0E+00$  N  
 $\chi_w = 1.2$ ,  $\lambda_w = 0.538$ ,  $\tau_{cr} = 708$ ,  $C = 2272$   
 $M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 2.025E+7$  Nm,  $M_{f,Rd} = 1.325E+7$  Nm,  $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 1.528$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.173$ , ( $\Rightarrow$  VERIFICA SODDISFATTA)  
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.182$ ,  $\eta_1 = \max(\eta_i) = 0.132$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0.5$ ,  $M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$   
NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)**

**Sollecitazioni (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -6.13E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.79E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.65E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.64E+6 | 0        | 1.66E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 2.25E+6 | 0        | 6.84E+5  | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 1.98E+5  | -2.94E+4 | 0E+00  |
| Totale   | 5.89E+6 | -7.94E+5 | 2.31E+6  | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Vmax)**

|                       | c/t   | Z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ      | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|--------|--------|
| Anima                 | 38.33 | 98.17                | 0.05 | -11.48 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.27 |                      |      |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 10.76 |                      |      |        | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |        | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 5.893E+6 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.31E+6  | N <sub>Ed</sub> (N)              | 5.893E+6 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 2.024E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.31E+6  |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.67E+7  |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0.141    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.114    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.138    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)**

|  |      |       |       |       |       |       |       |          |       |       |       |       |          |                |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------|
|  | F. 1 | F. 2a | F. 2a | F. 2b | F. 2b | F. 2c | F. 2c | F. 2 tot | F. 3a | F. 3a | F. 3b | F. 3b | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------|



|            | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. |      | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. |      |       |
|------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|------|-----------|-------|-----------|-------|------|-------|
| $\sigma_8$ | 0         | 0     | -1.5      | 0     | 0         | 0     | -1.5 | -0.4      | 0     | 0         | 0     | -1.9 | 0.089 |
| $\sigma_7$ | 0         | 0     | 37.8      | 0     | 0         | 0     | 37.8 | 12.5      | 0     | -0.2      | -0.7  | 50.1 | 0.128 |
| $\sigma_6$ | 0         | 0     | 33.8      | 0     | 0         | 0     | 33.8 | 11.1      | 0     | -0.1      | -0.6  | 44.8 | 0.115 |
| $\sigma_5$ | 0         | 0     | -2        | 0     | 0         | 0     | -2   | -0.8      | 0     | 0         | 0     | -2.8 | 0.131 |
| $\sigma_4$ | 0         | 0     | 29.1      | 0     | 0         | 0     | 29.1 | 9.6       | 0     | -0.1      | -0.5  | 38.7 | 0.114 |
| $\sigma_3$ | 0         | 0     | 28.1      | 0     | 0         | 0     | 28.1 | 9.3       | 0     | 0         | -0.4  | 37.3 | 0.11  |
| $\sigma_2$ | 0         | 0     | 20.1      | 0     | 0         | 0     | 20.1 | 8.3       | 0     | 0         | 0     | 28.3 | 0.084 |
| $\sigma_1$ | 0         | 0     | -2.8      | 0     | 0         | 0     | -2.8 | -0.9      | 0     | 0.4       | 0.4   | -3.3 | 0.01  |
| $\sigma_0$ | 0         | 0     | -4.5      | 0     | 0         | 0     | -4.5 | -1.4      | 0     | 0.4       | 0.5   | -5.5 | 0.017 |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.131 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.48 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1.88 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.78 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=38.333 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=49.182 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.937E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=5.435, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.475$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4.937E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w=1.2, \quad \lambda_w=0.538, \quad \tau_{cr}=708, \quad C=2272$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=2.026E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=1.325E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=1.529$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.153, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.161, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.131$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)**

**Sollecitazioni (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)  | T (Nm) |
|----------|---------|----------|---------|--------|
| 1        | 0E+00   | -6.13E+5 | 0E+00   | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.79E+5 | 0E+00   | 0E+00  |
| 2b       | 1.65E-3 | 0E+00    | 0E+00   | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.64E+6 | 0        | 1.66E+6 | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00   | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00   | 0E+00  |
| Term.Iso | 2.25E+6 | 0        | 6.84E+5 | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -1.67E+6 | 6.18E+4 | 0E+00  |
| Totale   | 5.89E+6 | -2.66E+6 | 2.4E+6  | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Vmin)**

|  | c/t | z <sub>pl</sub> (mm) | α | ψ | Classe |
|--|-----|----------------------|---|---|--------|
|--|-----|----------------------|---|---|--------|

|                                   |       |       |      |       |   |
|-----------------------------------|-------|-------|------|-------|---|
| Anima                             | 38.33 | 98.17 | 0.05 | -8.38 | 1 |
| Piattabanda superiore             | 11.27 |       |      |       | 1 |
| Piattabanda inferiore             | 10.76 |       |      |       | 3 |
| classe della sezione              |       |       |      |       | 3 |
| Analisi plastica: NON APPLICABILE |       |       |      |       |   |

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 5.893E+6 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.401E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 5.893E+6 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 2.024E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.401E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.67E+7  |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0.141    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.119    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.144    |
| VERIFICA NON SIGNIFICATIVA       |          |                                  |          |                                  |          |

*Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde*

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)**

|                | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0    | 0                     | 0              | -1.5                  | 0              | 0                     | 0              | -1.5     | -0.4                  | 0              | 0.1                   | 0              | -1.8     | 0.084          |
| σ <sub>7</sub> | 0    | 0                     | 0              | 37.8                  | 0              | 0                     | 0              | 37.8     | 12.5                  | 0              | 0.4                   | 1.5            | 50.7     | 0.13           |
| σ <sub>6</sub> | 0    | 0                     | 0              | 33.8                  | 0              | 0                     | 0              | 33.8     | 11.1                  | 0              | 0.3                   | 1.2            | 45.2     | 0.116          |
| σ <sub>5</sub> | 0    | 0                     | 0              | -2                    | 0              | 0                     | 0              | -2       | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | -2.7     | 0.129          |
| σ <sub>4</sub> | 0    | 0                     | 0              | 29.1                  | 0              | 0                     | 0              | 29.1     | 9.6                   | 0              | 0.1                   | 1              | 38.8     | 0.115          |
| σ <sub>3</sub> | 0    | 0                     | 0              | 28.1                  | 0              | 0                     | 0              | 28.1     | 9.3                   | 0              | 0.1                   | 0.9            | 37.5     | 0.111          |
| σ <sub>2</sub> | 0    | 0                     | 0              | 20.1                  | 0              | 0                     | 0              | 20.1     | 8.3                   | 0              | 0                     | 0              | 28.3     | 0.084          |
| σ <sub>1</sub> | 0    | 0                     | 0              | -2.8                  | 0              | 0                     | 0              | -2.8     | -0.9                  | 0              | -0.8                  | -0.9           | -4.5     | 0.014          |
| σ <sub>0</sub> | 0    | 0                     | 0              | -4.5                  | 0              | 0                     | 0              | -4.5     | -1.4                  | 0              | -0.9                  | -1             | -6.7     | 0.021          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.13 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.48 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1.78 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.74 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 38.333 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.182 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.937E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.435, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.475$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.937E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.538, \quad \tau_{cr} = 708, \quad C = 2272$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 2.035E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.325E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 1.536$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.514, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.539, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.13$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

C'E' INTERAZIONE

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd}/M_{Rd})(2\eta_3 - 1)^2 = 0.131 \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

## Sezione C1 S1

### Caratteristiche generali

#### Dati principali

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 1000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x30 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x50 mm   |
| Anima                            | 24x920 mm, Inclinazione: 0   |
| Soletta                          | 3928x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 20 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 20 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 30/m                              |

#### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

#### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 9.808E+4  | 1.789E+5  | 1.815E+5  | 1.789E+5  | 2.718E+5  | 1.228E+5  |
| z <sub>G</sub> (mm)                 | 339.731   | 723.774   | 730.177   | 723.774   | 881.392   | 512.684   |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 1.64E+10  | 4.875E+10 | 4.929E+10 | 4.875E+10 | 6.217E+10 | 3.108E+10 |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -4.828E+7 | -6.736E+7 | -6.751E+7 | -6.736E+7 | -7.054E+7 | -6.063E+7 |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -5.661E+7 | -7.236E+7 | -7.247E+7 | -7.236E+7 | -7.478E+7 | -6.718E+7 |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.602E+7  | 1.98E+8   | 2.055E+8  | 1.98E+8   | 7.017E+8  | 6.797E+7  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.484E+7  | 1.765E+8  | 1.827E+8  | 1.765E+8  | 5.242E+8  | 6.379E+7  |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.408E+8  | 1.451E+8  | 1.408E+8  | 3.296E+8  | 5.577E+7  |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.171E+8  | 1.203E+8  | 1.171E+8  | 2.404E+8  | 4.955E+7  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 9.092E+7  | 9.304E+7  | 9.092E+7  | 1.642E+8  | 4.159E+7  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.461E+7  | 8.651E+7  | 8.461E+7  | 1.485E+8  | 3.948E+7  |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.731E+7  | 3.843E+7  | 3.878E+7  | 3.843E+7  | 4.71E+7   | 2.682E+7  |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.832E+7  | 4.388E+7  | 4.434E+7  | 4.388E+7  | 5.54E+7   | 2.939E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.355E+7  | 4.315E+7  | 4.365E+7  | 4.315E+7  | 5.53E+7   | 2.688E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -3.725E-9 | 3.767E+7  | 3.829E+7  | 3.767E+7  | 5.313E+7  | 1.696E+7  |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

#### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | z <sub>N</sub> (mm) | z <sub>max</sub> (mm) | z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.195E+6            | 1280.79             | 1300                  | 1261.57               |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 9.715E+6            | 1200                | 1258.43               | 1141.57               |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 5.689E+6            | 1104.21             | 1138.43               | 1070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 4.829E+6            | 1260                | 1261.57               | 1258.43               |
| Strato di armatura inferiore                    | 4.829E+6            | 1140                | 1141.57               | 1138.43               |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 1034.1              | 1070                  | 1000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 7.1E+6              | 985                 | 1000                  | 970                   |
| Anima della trave di acciaio                    | 7.465E+6            | 510                 | 970                   | 50                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 1.755E+7            | 25                  | 50                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -6.037E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 4.177E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -5.29E+7            |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 3.431E+7            |                     |                       |                       |

#### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t   | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|-------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 11.26 | 0.814 | 1  | 0  |

|                   |       |       |   |   |
|-------------------|-------|-------|---|---|
|                   | 7     |       |   |   |
| Flangia inferiore | 10.76 | 0.838 | 3 | 1 |

**Classificazione dell'anima**

|  | c/t    | $\varepsilon$ | $\alpha$ | $\psi$ | classe |
|--|--------|---------------|----------|--------|--------|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 38.333 | 0.814         | 0.447    | -0.988 | 1      |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 38.333 | 0.814         | 0        | -0.107 | 1      |
| Compressione semplice (N)                        | 38.333 | 0.814         | 1        | 1      | 4      |

**Diagrammi di interazione**

| Sezione composta completa |           |               |
|---------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                     | 2.024E+4  | 461.31        |
| -6.037E+3                 | 2.166E+4  | 833.31        |
| -1.207E+4                 | 2.126E+4  | 978.07        |
| -1.811E+4                 | 2.064E+4  | 990.82        |
| -2.415E+4                 | 1.981E+4  | 1090.36       |
| -3.018E+4                 | 1.835E+4  | 1139.09       |
| -3.622E+4                 | 1.679E+4  | 1141.06       |
| -4.226E+4                 | 1.51E+4   | 1195.18       |
| -4.83E+4                  | 1.299E+4  | 1258.68       |
| -5.433E+4                 | 1.07E+4   | 1260.65       |
| -6.037E+4                 | 8.349E+3  | 1300          |
| 0E+00                     | -2.622E+4 | 991.85        |
| -6.037E+3                 | -2.685E+4 | 979.1         |
| -1.207E+4                 | -2.731E+4 | 863.39        |
| -1.811E+4                 | -2.608E+4 | 491.4         |
| -2.415E+4                 | -2.26E+4  | 119.4         |
| -3.018E+4                 | -1.761E+4 | 43            |
| -3.622E+4                 | -1.252E+4 | 34.4          |
| -4.226E+4                 | -7.38E+3  | 25.8          |
| -4.83E+4                  | -2.189E+3 | 17.2          |
| -5.433E+4                 | 3.054E+3  | 8.6           |
| -6.037E+4                 | 8.349E+3  | 0             |
| 0E+00                     | 2.024E+4  | 461.31        |
| 4.177E+3                  | 1.795E+4  | 203.93        |
| 8.354E+3                  | 1.467E+4  | 47.61         |
| 1.253E+4                  | 1.117E+4  | 41.66         |
| 1.671E+4                  | 7.655E+3  | 35.71         |
| 2.089E+4                  | 4.11E+3   | 29.75         |
| 2.506E+4                  | 5.4E+2    | 23.8          |
| 2.924E+4                  | -3.055E+3 | 17.85         |
| 3.342E+4                  | -6.674E+3 | 11.9          |
| 3.759E+4                  | -1.032E+4 | 5.95          |
| 4.177E+4                  | -1.399E+4 | 0             |
| 0E+00                     | -2.622E+4 | 991.85        |
| 4.177E+3                  | -2.572E+4 | 1073.86       |
| 8.354E+3                  | -2.481E+4 | 1124.1        |
| 1.253E+4                  | -2.374E+4 | 1139.4        |
| 1.671E+4                  | -2.266E+4 | 1140.76       |
| 2.089E+4                  | -2.156E+4 | 1161.81       |
| 2.506E+4                  | -2.028E+4 | 1212.05       |
| 2.924E+4                  | -1.88E+4  | 1258.53       |
| 3.342E+4                  | -1.722E+4 | 1259.89       |
| 3.759E+4                  | -1.564E+4 | 1261.25       |
| 4.177E+4                  | -1.399E+4 | 1300          |

| Sezione composta senza anima |           |               |
|------------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                        | 1.818E+4  | 48.87         |
| -5.29E+3                     | 1.842E+4  | 979.51        |
| -1.058E+4                    | 1.787E+4  | 990.68        |
| -1.587E+4                    | 1.72E+4   | 1080.6        |
| -2.116E+4                    | 1.598E+4  | 1138.59       |
| -2.645E+4                    | 1.461E+4  | 1140.31       |
| -3.174E+4                    | 1.323E+4  | 1158.48       |
| -3.703E+4                    | 1.159E+4  | 1222.12       |
| -4.232E+4                    | 9.651E+3  | 1259.17       |
| -4.761E+4                    | 7.648E+3  | 1260.89       |
| -5.29E+4                     | 5.576E+3  | 1300          |
| 0E+00                        | -2.225E+4 | 1113.41       |
| -5.29E+3                     | -2.32E+4  | 996.45        |
| -1.058E+4                    | -2.378E+4 | 985.27        |
| -1.587E+4                    | -2.43E+4  | 974.09        |
| -2.116E+4                    | -2.168E+4 | 45.22         |
| -2.645E+4                    | -1.724E+4 | 37.69         |
| -3.174E+4                    | -1.276E+4 | 30.15         |
| -3.703E+4                    | -8.233E+3 | 22.61         |
| -4.232E+4                    | -3.67E+3  | 15.07         |
| -4.761E+4                    | 9.331E+2  | 7.54          |
| -5.29E+4                     | 5.576E+3  | 0             |
| 0E+00                        | 1.818E+4  | 48.87         |
| 3.431E+3                     | 1.532E+4  | 43.99         |
| 6.861E+3                     | 1.244E+4  | 39.1          |
| 1.029E+4                     | 9.54E+3   | 34.21         |
| 1.372E+4                     | 6.625E+3  | 29.32         |
| 1.715E+4                     | 3.694E+3  | 24.44         |
| 2.058E+4                     | 7.453E+2  | 19.55         |
| 2.401E+4                     | -2.22E+3  | 14.66         |
| 2.744E+4                     | -5.201E+3 | 9.77          |
| 3.087E+4                     | -8.2E+3   | 4.89          |
| 3.431E+4                     | -1.122E+4 | 0             |
| 0E+00                        | -2.225E+4 | 1113.41       |
| 3.431E+3                     | -2.139E+4 | 1138.87       |
| 6.861E+3                     | -2.051E+4 | 1139.98       |
| 1.029E+4                     | -1.962E+4 | 1141.1        |
| 1.372E+4                     | -1.87E+4  | 1165.44       |
| 1.715E+4                     | -1.766E+4 | 1206.7        |
| 2.058E+4                     | -1.647E+4 | 1247.97       |
| 2.401E+4                     | -1.518E+4 | 1259.26       |
| 2.744E+4                     | -1.388E+4 | 1260.38       |
| 3.087E+4                     | -1.258E+4 | 1261.49       |
| 3.431E+4                     | -1.122E+4 | 1300          |

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

| Fase | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|------|---------|----------|----------|--------|
| 1    | 0E+00   | -1.46E+5 | -3.02E+6 | 0E+00  |
| 2a   | 0E+00   | -1.12E+5 | -1.83E+6 | 0E+00  |
| 2b   | 2.86E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |

|          |         |          |          |       |
|----------|---------|----------|----------|-------|
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0     |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0     |
| 3b       | 0E+00   | 1.74E+5  | 1.23E+6  | 0E+00 |
| Totale   | 2.86E-3 | -8.35E+4 | -3.62E+6 | 0E+00 |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ    | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|------|--------|
| Anima                 | 38.33 | 991.85               | -0.02 | -0.5 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.27 |                      |       |      | 1      |
| Piattabanda inferiore | 10.76 |                      |       |      | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |      | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.86E-3  | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -3.619E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.86E-3   |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.622E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -3.619E+6 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.622E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.138     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.138     |

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|                | F. 1   | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0      | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | 0                     | 0              | 1.4                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0      | -20.2                 | -44.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | 0                     | 0              | 7.5                   | 29.6           | -14.5    | 0.037          |
| σ <sub>6</sub> | 0      | -15.7                 | -37            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -15.7    | 0                     | 0              | 5.1                   | 24.9           | -12.1    | 0.031          |
| σ <sub>5</sub> | 0      | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8     | 0                     | 0              | 0.6                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | -121.5 | -10.4                 | -28.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -131.9   | 0                     | 0              | 2.4                   | 19.3           | -130.9   | 0.387          |
| σ <sub>3</sub> | -115.9 | -9.3                  | -27            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -125.2   | 0                     | 0              | 1.8                   | 18.1           | -124.8   | 0.369          |
| σ <sub>2</sub> | 0      | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 53.3   | 25.4                  | 27.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 78.7     | 0                     | 0              | -16.5                 | -18.4          | 62.3     | 0.195          |
| σ <sub>0</sub> | 62.5   | 27.2                  | 30.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 89.7     | 0                     | 0              | -17.5                 | -20.3          | 72.4     | 0.227          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.387 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.35 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.81 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.02 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0.19 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=38.333 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=49.182 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub>=4.937E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=5.435, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.475$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4.937E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=3.589E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=1.2, \quad \lambda_w=0.538, \quad \tau_{cr}=708, \quad C=2272$$

$$M_{Ed}=-3.619E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=-2.225E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=0.163$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub>=5.172E+6 N**

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 5.172E+6$  N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0.016, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.017, \quad \eta_1 = M_{Ed} / M_{Rd} = 0.138$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.46E+5 | -3.02E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.12E+5 | -1.83E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.86E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | -5.39E+5 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -9.17E+5 | -7.76E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.86E-3 | -1.18E+6 | -1.32E+7 | 0E+00  |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 38.33 | 991.85               | -0.02 | -1.38 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.27 |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 10.76 |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)**

| Azione assiale                    |          | Flessione semplice                |           | Interazione N/M                   |           |
|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)               | 2.86E-3  | M <sub>Ed</sub> (Nm)              | -1.315E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)               | 2.86E-3   |
| N <sub>Rd</sub> (N)               | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)              | -2.622E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)              | -1.315E+7 |
|                                   |          |                                   |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)              | -2.622E+7 |
| N <sub>Ed</sub> / N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> / M <sub>Rd</sub> | 0.502     | M <sub>Ed</sub> / M <sub>Rd</sub> | 0.502     |

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

|                | F. 1   | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0      | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | -0.6                  | 0              | -8.6                  | 0              | -10.6    | 0.499          |
| σ <sub>7</sub> | 0      | -20.2                 | -44.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | -3.3                  | -13            | -47.3                 | -186.6         | -70.7    | 0.181          |
| σ <sub>6</sub> | 0      | -15.7                 | -37            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -15.7    | -2.2                  | -10.9          | -32.3                 | -156.6         | -50.2    | 0.128          |
| σ <sub>5</sub> | 0      | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8     | -0.3                  | 0              | -3.9                  | 0              | -5       | 0.235          |
| σ <sub>4</sub> | -121.5 | -10.4                 | -28.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -131.9   | -1                    | -8.4           | -14.8                 | -121.7         | -147.7   | 0.437          |
| σ <sub>3</sub> | -115.9 | -9.3                  | -27            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -125.2   | -0.8                  | -7.9           | -11.1                 | -114.2         | -137     | 0.405          |
| σ <sub>2</sub> | 0      | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 53.3   | 25.4                  | 27.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 78.7     | 7.2                   | 8              | 103.8                 | 115.5          | 189.6    | 0.594          |
| σ <sub>0</sub> | 62.5   | 27.2                  | 30.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 89.7     | 7.6                   | 8.9            | 110                   | 128            | 207.4    | 0.65           |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.65 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.35 N/mm<sup>2</sup>
  - 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.81 N/mm<sup>2</sup>
- La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -10.57 N/mm<sup>2</sup>  
4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.96 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.b.)

### Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 38.333 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.182 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd} = 4.937E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w = 5.435, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.475$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.937E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 2.398E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.538, \quad \tau_{cr} = 708, \quad C = 2272$$

$$M_{Ed} = -1.315E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.225E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.591$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd} = 5.172E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 5.172E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.227, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.238, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.502$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.46E+5 | -3.02E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.12E+5 | -1.83E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.86E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | -5.39E+5 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 5.02E+5  | -3.7E+6  | 0E+00  |
| Totale   | 2.86E-3 | 2.45E+5  | -9.09E+6 | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmax)

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 38.33 | 991.85               | -0.02 | -1.03 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.27 |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 10.76 |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

#### Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.86E-3  | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -9.091E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.86E-3   |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.622E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -9.091E+6 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.622E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.347     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.347     |

VERIFICA SODDISFATTA

### Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)

|            | F. 1   | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | $\eta_1$ |
|------------|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------|
| $\sigma_8$ | 0      | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | -0.6                  | 0              | -4.1                  | 0              | -6.1     | 0.286    |
| $\sigma_7$ | 0      | -20.2                 | -44.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | -3.3                  | -13            | -22.5                 | -88.9          | -46      | 0.118    |
| $\sigma_6$ | 0      | -15.7                 | -37            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -15.7    | -2.2                  | -10.9          | -15.4                 | -74.7          | -33.3    | 0.085    |
| $\sigma_5$ | 0      | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8     | -0.3                  | 0              | -1.9                  | 0              | -2.9     | 0.139    |
| $\sigma_4$ | -121.5 | -10.4                 | -28.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -131.9   | -1                    | -8.4           | -7.1                  | -58            | -139.9   | 0.414    |
| $\sigma_3$ | -115.9 | -9.3                  | -27            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -125.2   | -0.8                  | -7.9           | -5.3                  | -54.4          | -131.3   | 0.388    |
| $\sigma_2$ | 0      | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0        |
| $\sigma_1$ | 53.3   | 25.4                  | 27.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 78.7     | 7.2                   | 8              | 49.5                  | 55.1           | 135.3    | 0.424    |
| $\sigma_0$ | 62.5   | 27.2                  | 30.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 89.7     | 7.6                   | 8.9            | 52.4                  | 61             | 149.8    | 0.47     |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.47 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.35 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.81 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6.06 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.93 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=38.333 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=49.182 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.937E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=5.435, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.475$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4.937E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=3.071E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=1.2, \quad \lambda_w=0.538, \quad \tau_{cr}=708, \quad C=2272$$

$$M_{Ed}=-9.091E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=-2.225E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=0.409$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.047, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.05, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.347$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)

**Sollecitazioni (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.46E+5 | -3.02E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.12E+5 | -1.83E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.86E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -9.79E+5 | -7.14E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.86E-3 | -1.24E+6 | -1.2E+7  | 0E+00  |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Vmin)**



|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 38.33 | 991.85               | -0.02 | -1.29 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.27 |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 10.76 |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.86E-3  | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.199E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.86E-3   |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.177E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.622E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.199E+7 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.622E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.457     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.457     |

VERIFICA SODDISFATTA

*Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde*

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)**

|                | F. 1   | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0      | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | 0                     | 0              | -7.9                  | 0              | -9.3     | 0.438          |
| σ <sub>7</sub> | 0      | -20.2                 | -44.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | 0                     | 0              | -43.5                 | -171.6         | -63.7    | 0.163          |
| σ <sub>6</sub> | 0      | -15.7                 | -37            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -15.7    | 0                     | 0              | -29.7                 | -144.1         | -45.4    | 0.116          |
| σ <sub>5</sub> | 0      | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8     | 0                     | 0              | -3.6                  | 0              | -4.4     | 0.207          |
| σ <sub>4</sub> | -121.5 | -10.4                 | -28.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -131.9   | 0                     | 0              | -13.6                 | -111.9         | -145.5   | 0.43           |
| σ <sub>3</sub> | -115.9 | -9.3                  | -27            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -125.2   | 0                     | 0              | -10.2                 | -105           | -135.4   | 0.4            |
| σ <sub>2</sub> | 0      | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 53.3   | 25.4                  | 27.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 78.7     | 0                     | 0              | 95.5                  | 106.3          | 174.1    | 0.546          |
| σ <sub>0</sub> | 62.5   | 27.2                  | 30.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 89.7     | 0                     | 0              | 101.2                 | 117.7          | 190.9    | 0.598          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.598 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.35 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.81 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -9.28 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.38 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 38.333 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.182 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.937E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.435, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.475$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.937E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 2.616E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.538, \quad \tau_{cr} = 708, \quad C = 2272$$

$$M_{Ed} = -1.199E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.225E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.539$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 5.172E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.239, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.251, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.457$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

## Sezione C2 S2

### Caratteristiche generali

#### Dati principali

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 1000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x30 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x60 mm   |
| Anima                            | 22x910 mm, Inclinazione: 0   |
| Soletta                          | 4500x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 20/m                              |

#### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

#### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 1.07E+5   | 1.804E+5  | 1.833E+5  | 1.804E+5  | 2.869E+5  | 1.161E+5  |
| z <sub>G</sub> (mm)                 | 308.123   | 665.652   | 673.828   | 665.652   | 858.333   | 377.647   |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 1.699E+10 | 5.093E+10 | 5.171E+10 | 5.093E+10 | 6.945E+10 | 2.365E+10 |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -5.513E+7 | -7.651E+7 | -7.673E+7 | -7.651E+7 | -8.091E+7 | -6.264E+7 |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -6.846E+7 | -8.409E+7 | -8.424E+7 | -8.409E+7 | -8.7E+7   | -7.447E+7 |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.566E+7  | 1.673E+8  | 1.746E+8  | 1.673E+8  | 6.22E+8   | 3.993E+7  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.455E+7  | 1.523E+8  | 1.585E+8  | 1.523E+8  | 4.902E+8  | 3.801E+7  |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.259E+8  | 1.305E+8  | 1.259E+8  | 3.281E+8  | 3.417E+7  |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.074E+8  | 1.109E+8  | 1.074E+8  | 2.466E+8  | 3.103E+7  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.569E+7  | 8.821E+7  | 8.569E+7  | 1.729E+8  | 2.681E+7  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.028E+7  | 8.257E+7  | 8.028E+7  | 1.572E+8  | 2.565E+7  |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.836E+7  | 4.195E+7  | 4.249E+7  | 4.195E+7  | 5.467E+7  | 2.294E+7  |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.903E+7  | 4.599E+7  | 4.664E+7  | 4.599E+7  | 6.168E+7  | 2.405E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.421E+7  | 4.497E+7  | 4.567E+7  | 4.497E+7  | 6.154E+7  | 2.019E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -7.451E-9 | 3.826E+7  | 3.914E+7  | 3.826E+7  | 5.888E+7  | 7.44E+6   |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

#### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | z <sub>N</sub> (mm) | z <sub>max</sub> (mm) | z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.762E+6            | 1280.25             | 1300                  | 1260.5                |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 1.133E+7            | 1200                | 1259.5                | 1140.5                |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 6.619E+6            | 1104.75             | 1139.5                | 1070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 1.77E+6             | 1260                | 1260.5                | 1259.5                |
| Strato di armatura inferiore                    | 1.77E+6             | 1140                | 1140.5                | 1139.5                |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 1034.1              | 1070                  | 1000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 7.1E+6              | 985                 | 1000                  | 970                   |
| Anima della trave di acciaio                    | 6.769E+6            | 515                 | 970                   | 60                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 2.106E+7            | 30                  | 60                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -6.018E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 3.847E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -5.341E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 3.17E+7             |                     |                       |                       |

#### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t  | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 11.3 | 0.814 | 1  | 0  |

|                   |       |       |   |   |
|-------------------|-------|-------|---|---|
| Flangia inferiore | 8.983 | 0.838 | 3 | 1 |
|-------------------|-------|-------|---|---|

### Classificazione dell'anima

|  | c/t    | $\varepsilon$ | $\alpha$ | $\psi$ | classe |
|--|--------|---------------|----------|--------|--------|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 41.364 | 0.814         | 0        | -1.865 | 1      |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 41.364 | 0.814         | 0        | -0.14  | 1      |
| Compressione semplice (N)                        | 41.364 | 0.814         | 1        | 1      | 4      |

### Diagrammi di interazione

| Sezione composta completa |           |               |
|---------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                     | 1.431E+4  | 54.8          |
| -6.018E+3                 | 1.893E+4  | 219.32        |
| -1.204E+4                 | 2.156E+4  | 623.86        |
| -1.805E+4                 | 2.178E+4  | 971.84        |
| -2.407E+4                 | 2.106E+4  | 984.55        |
| -3.009E+4                 | 2.026E+4  | 997.26        |
| -3.611E+4                 | 1.896E+4  | 1119.59       |
| -4.213E+4                 | 1.728E+4  | 1146.61       |
| -4.814E+4                 | 1.536E+4  | 1209.79       |
| -5.416E+4                 | 1.306E+4  | 1259.86       |
| -6.018E+4                 | 1.057E+4  | 1300          |
| 0E+00                     | -2.844E+4 | 979.57        |
| -6.018E+3                 | -2.906E+4 | 869.9         |
| -1.204E+4                 | -2.791E+4 | 465.35        |
| -1.805E+4                 | -2.433E+4 | 60.81         |
| -2.407E+4                 | -1.95E+4  | 51.44         |
| -3.009E+4                 | -1.462E+4 | 42.87         |
| -3.611E+4                 | -9.682E+3 | 34.3          |
| -4.213E+4                 | -4.698E+3 | 25.72         |
| -4.814E+4                 | 3.39E+2   | 17.15         |
| -5.416E+4                 | 5.427E+3  | 8.57          |
| -6.018E+4                 | 1.057E+4  | 0             |
| 0E+00                     | 1.431E+4  | 54.8          |
| 3.847E+3                  | 1.12E+4   | 49.32         |
| 7.693E+3                  | 8.082E+3  | 43.84         |
| 1.154E+4                  | 4.938E+3  | 38.36         |
| 1.539E+4                  | 1.773E+3  | 32.88         |
| 1.923E+4                  | -1.412E+3 | 27.4          |
| 2.308E+4                  | -4.619E+3 | 21.92         |
| 2.693E+4                  | -7.847E+3 | 16.44         |
| 3.077E+4                  | -1.11E+4  | 10.96         |
| 3.462E+4                  | -1.437E+4 | 5.48          |
| 3.847E+4                  | -1.766E+4 | 0             |
| 0E+00                     | -2.844E+4 | 979.57        |
| 3.847E+3                  | -2.796E+4 | 987.69        |
| 7.693E+3                  | -2.744E+4 | 995.82        |
| 1.154E+4                  | -2.675E+4 | 1089.62       |
| 1.539E+4                  | -2.579E+4 | 1130.01       |
| 1.923E+4                  | -2.471E+4 | 1140.33       |
| 2.308E+4                  | -2.357E+4 | 1174.62       |
| 2.693E+4                  | -2.227E+4 | 1215          |
| 3.077E+4                  | -2.082E+4 | 1255.39       |
| 3.462E+4                  | -1.928E+4 | 1260.48       |
| 3.847E+4                  | -1.766E+4 | 1300          |

| Sezione composta senza anima |           |               |
|------------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                        | 1.116E+4  | 45.16         |
| -5.341E+3                    | 1.548E+4  | 52.77         |
| -1.068E+4                    | 1.952E+4  | 970.56        |
| -1.602E+4                    | 1.889E+4  | 981.85        |
| -2.136E+4                    | 1.82E+4   | 993.13        |
| -2.671E+4                    | 1.729E+4  | 1091.94       |
| -3.205E+4                    | 1.589E+4  | 1139.73       |
| -3.739E+4                    | 1.435E+4  | 1167.93       |
| -4.273E+4                    | 1.255E+4  | 1224.01       |
| -4.807E+4                    | 1.046E+4  | 1260.05       |
| -5.341E+4                    | 8.243E+3  | 1300          |
| 0E+00                        | -2.525E+4 | 993.87        |
| -5.341E+3                    | -2.594E+4 | 982.58        |
| -1.068E+4                    | -2.657E+4 | 971.3         |
| -1.602E+4                    | -2.285E+4 | 53.27         |
| -2.136E+4                    | -1.853E+4 | 45.66         |
| -2.671E+4                    | -1.417E+4 | 38.05         |
| -3.205E+4                    | -9.77E+3  | 30.44         |
| -3.739E+4                    | -5.328E+3 | 22.83         |
| -4.273E+4                    | -8.449E+2 | 15.22         |
| -4.807E+4                    | 3.679E+3  | 7.61          |
| -5.341E+4                    | 8.243E+3  | 0             |
| 0E+00                        | 1.116E+4  | 45.16         |
| 3.17E+3                      | 8.573E+3  | 40.64         |
| 6.34E+3                      | 5.974E+3  | 36.13         |
| 9.509E+3                     | 3.361E+3  | 31.61         |
| 1.268E+4                     | 7.332E+2  | 27.1          |
| 1.585E+4                     | -1.909E+3 | 22.58         |
| 1.902E+4                     | -4.565E+3 | 18.06         |
| 2.219E+4                     | -7.236E+3 | 13.55         |
| 2.536E+4                     | -9.921E+3 | 9.03          |
| 2.853E+4                     | -1.262E+4 | 4.52          |
| 3.17E+4                      | -1.533E+4 | 0             |
| 0E+00                        | -2.525E+4 | 993.87        |
| 3.17E+3                      | -2.479E+4 | 1072.81       |
| 6.34E+3                      | -2.405E+4 | 1106.09       |
| 9.509E+3                     | -2.322E+4 | 1139.37       |
| 1.268E+4                     | -2.232E+4 | 1140.39       |
| 1.585E+4                     | -2.139E+4 | 1169.76       |
| 1.902E+4                     | -2.035E+4 | 1203.04       |
| 2.219E+4                     | -1.92E+4  | 1236.32       |
| 2.536E+4                     | -1.796E+4 | 1259.77       |
| 2.853E+4                     | -1.668E+4 | 1266.72       |
| 3.17E+4                      | -1.533E+4 | 1300          |

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 9.31E+3  | -3.21E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.91E+4 | -1.98E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.61E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit. Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |

|          |         |         |          |       |
|----------|---------|---------|----------|-------|
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00 |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0     |
| 3b       | 0E+00   | 1.82E+5 | 2.2E+6   | 0E+00 |
| Totale   | 1.61E-3 | 1.62E+5 | -2.99E+6 | 0E+00 |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t   | z pl (mm) | $\alpha$ | $\psi$ | Classe |
|-----------------------|-------|-----------|----------|--------|--------|
| Anima                 | 41.36 | 979.57    | -0.01    | -0.37  | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.3  |           |          |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98  |           |          |        | 1      |
| classe della sezione  |       |           |          |        | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 1.609E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -2.988E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 1.609E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 3.847E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.844E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -2.988E+6 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.844E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.105     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.105     |

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|            | F. 1   | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | $\eta_1$ |
|------------|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------|
| $\sigma_8$ | 0      | -1.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5     | 0                     | 0              | 2.3                   | 0              | 0        | 0        |
| $\sigma_7$ | 0      | -23.1                 | -73.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -23.1    | 0                     | 0              | 12.7                  | 82             | 8.3      | 0.021    |
| $\sigma_6$ | 0      | -18.4                 | -63.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -18.4    | 0                     | 0              | 8.9                   | 70.9           | 7.1      | 0.018    |
| $\sigma_5$ | 0      | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1       | 0                     | 0              | 1.1                   | 0              | 0        | 0        |
| $\sigma_4$ | -130.7 | -13                   | -52            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -143.7   | 0                     | 0              | 4.5                   | 57.8           | -124.9   | 0.369    |
| $\sigma_3$ | -125   | -11.8                 | -49.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -136.9   | 0                     | 0              | 3.5                   | 55.1           | -119.5   | 0.353    |
| $\sigma_2$ | 0      | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0        |
| $\sigma_1$ | 46.9   | 23.5                  | 26.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 70.4     | 0                     | 0              | -25.3                 | -29.5          | 43.9     | 0.138    |
| $\sigma_0$ | 58.2   | 25.8                  | 31.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 84       | 0                     | 0              | -27.2                 | -35.1          | 54.7     | 0.171    |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.369 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.53 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.78 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.13 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 41.364 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.169 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.476E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.495, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.472$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.476E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 4.113E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.581, \quad \tau_{cr} = 607.7, \quad C = 2891$$

$$M_{Ed} = -2.988E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.525E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.118$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0.035, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.036, \quad \eta_1 = M_{Ed} / M_{Rd} = 0.105$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 9.31E+3  | -3.21E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.91E+4 | -1.98E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.61E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.21E+6 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -5.39E+5 | -8.95E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 1.61E-3 | -5.59E+5 | -1.54E+7 | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 41.36 | 979.57               | -0.01 | -1.22 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.3  |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98  |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)**

| Azione assiale                    |          | Flessione semplice                |           | Interazione N/M                   |           |
|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)               | 1.609E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)              | -1.535E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)               | 1.609E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)               | 3.847E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)              | -2.844E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)              | -1.535E+7 |
|                                   |          |                                   |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)              | -2.844E+7 |
| N <sub>Ed</sub> / N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> / M <sub>Rd</sub> | 0.54      | M <sub>Ed</sub> / M <sub>Rd</sub> | 0.54      |

VERIFICA SODDISFATTA

**Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

|                | F. 1   | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0      | -1.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5     | -1.3                  | 0              | -9.4                  | 0              | -12.2    | 0.576          |
| σ <sub>7</sub> | 0      | -23.1                 | -73.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -23.1    | -7                    | -45.2          | -51.8                 | -333.9         | -81.9    | 0.209          |
| σ <sub>6</sub> | 0      | -18.4                 | -63.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -18.4    | -4.9                  | -39.1          | -36.3                 | -288.5         | -59.6    | 0.152          |
| σ <sub>5</sub> | 0      | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1       | -0.6                  | 0              | -4.5                  | 0              | -6.1     | 0.288          |
| σ <sub>4</sub> | -130.7 | -13                   | -52            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -143.7   | -2.5                  | -31.9          | -18.3                 | -235.5         | -164.4   | 0.486          |
| σ <sub>3</sub> | -125   | -11.8                 | -49.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -136.9   | -1.9                  | -30.4          | -14.4                 | -224.2         | -153.2   | 0.453          |
| σ <sub>2</sub> | 0      | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 46.9   | 23.5                  | 26.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 70.4     | 13.9                  | 16.3           | 102.9                 | 120.2          | 187.2    | 0.587          |
| σ <sub>0</sub> | 58.2   | 25.8                  | 31.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 84       | 15                    | 19.4           | 110.6                 | 142.9          | 209.7    | 0.657          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.657 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.53 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -12.2 N/mm<sup>2</sup>

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -6.09 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 41.364 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.169 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.476E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.495, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.472$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.476E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 2.629E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.581, \quad \tau_{cr} = 607.7, \quad C = 2891$$

$$M_{Ed} = -1.535E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.525E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.608$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.119, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.125, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.54$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)**

**Sollecitazioni (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 9.31E+3  | -3.21E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.91E+4 | -1.98E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.61E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.21E+6 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 8.13E+5  | -6.25E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 1.61E-3 | 7.94E+5  | -1.26E+7 | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Vmax)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 41.36 | 979.57               | -0.01 | -1.05 | 1      |
| Piattabanda superiore | 11.3  |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98  |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 1.609E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.265E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 1.609E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 3.847E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.844E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.265E+7 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.844E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.445     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.445     |

VERIFICA SODDISFATTA

**Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)**

|  |      |       |       |       |       |       |       |          |       |       |       |       |          |                |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------|
|  | F. 1 | F. 2a | F. 2a | F. 2b | F. 2b | F. 2c | F. 2c | F. 2 tot | F. 3a | F. 3a | F. 3b | F. 3b | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------|

|            |        | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. |        | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess.  |        |       |
|------------|--------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|--------|-----------|-------|-----------|--------|--------|-------|
| $\sigma_8$ | 0      | -1.5      | 0     | 0         | 0     | 0         | 0     | -1.5   | -1.3      | 0     | -6.6      | 0      | -9.4   | 0.442 |
| $\sigma_7$ | 0      | -23.1     | -73.7 | 0         | 0     | 0         | 0     | -23.1  | -7        | -45.2 | -36.1     | -233   | -66.2  | 0.169 |
| $\sigma_6$ | 0      | -18.4     | -63.7 | 0         | 0     | 0         | 0     | -18.4  | -4.9      | -39.1 | -25.3     | -201.3 | -48.7  | 0.124 |
| $\sigma_5$ | 0      | -1        | 0     | 0         | 0     | 0         | 0     | -1     | -0.6      | 0     | -3.1      | 0      | -4.7   | 0.223 |
| $\sigma_4$ | -130.7 | -13       | -52   | 0         | 0     | 0         | 0     | -143.7 | -2.5      | -31.9 | -12.7     | -164.4 | -158.9 | 0.47  |
| $\sigma_3$ | -125   | -11.8     | -49.5 | 0         | 0     | 0         | 0     | -136.9 | -1.9      | -30.4 | -10       | -156.4 | -148.8 | 0.44  |
| $\sigma_2$ | 0      | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0     | 0      | 0         | 0     | 0         | 0      | 0      | 0     |
| $\sigma_1$ | 46.9   | 23.5      | 26.5  | 0         | 0     | 0         | 0     | 70.4   | 13.9      | 16.3  | 71.8      | 83.9   | 156.1  | 0.489 |
| $\sigma_0$ | 58.2   | 25.8      | 31.6  | 0         | 0     | 0         | 0     | 84     | 15        | 19.4  | 77.2      | 99.7   | 176.2  | 0.552 |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.552 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.53 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -9.36 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.73 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 41.364 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.169 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.476E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.495, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.472$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.476E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 3.125E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.581, \quad \tau_{cr} = 607.7, \quad C = 2891$$

$$M_{Ed} = -1.265E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.525E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.501$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.169, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.177, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.445$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)**

**Sollecitazioni (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 9.31E+3  | -3.21E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.91E+4 | -1.98E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.61E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -6.88E+5 | -7.59E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 1.61E-3 | -7.08E+5 | -1.28E+7 | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Vmin)**

|  | c/t | z <sub>pl</sub> (mm) | α | ψ | Classe |
|--|-----|----------------------|---|---|--------|
|--|-----|----------------------|---|---|--------|

|                               |       |        |       |       |   |
|-------------------------------|-------|--------|-------|-------|---|
| Anima                         | 41.36 | 979.57 | -0.01 | -1.06 | 1 |
| Piattabanda superiore         | 11.3  |        |       |       | 1 |
| Piattabanda inferiore         | 8.98  |        |       |       | 1 |
| classe della sezione          |       |        |       |       | 1 |
| Analisi plastica: APPLICABILE |       |        |       |       |   |

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 1.609E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.278E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 1.609E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 3.847E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.844E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.278E+7 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.844E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.449     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.449     |
| VERIFICA SODDISFATTA             |          |                                  |           |                                  |           |

*Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde*

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)**

|                | F. 1   | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|--------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0      | -1.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5     | 0                     | 0              | -8                    | 0              | -9.5     | 0.449          |
| σ <sub>7</sub> | 0      | -23.1                 | -73.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -23.1    | 0                     | 0              | -43.9                 | -283.2         | -67      | 0.171          |
| σ <sub>6</sub> | 0      | -18.4                 | -63.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -18.4    | 0                     | 0              | -30.8                 | -244.7         | -49.2    | 0.126          |
| σ <sub>5</sub> | 0      | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1       | 0                     | 0              | -3.8                  | 0              | -4.8     | 0.227          |
| σ <sub>4</sub> | -130.7 | -13                   | -52            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -143.7   | 0                     | 0              | -15.5                 | -199.7         | -159.2   | 0.471          |
| σ <sub>3</sub> | -125   | -11.8                 | -49.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -136.9   | 0                     | 0              | -12.2                 | -190.1         | -149.1   | 0.441          |
| σ <sub>2</sub> | 0      | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 46.9   | 23.5                  | 26.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 70.4     | 0                     | 0              | 87.3                  | 101.9          | 157.6    | 0.494          |
| σ <sub>0</sub> | 58.2   | 25.8                  | 31.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 84       | 0                     | 0              | 93.8                  | 121.2          | 177.9    | 0.557          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.557 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.53 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.98 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -9.5 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.79 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 41.364 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.169 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.476E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.495, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.472$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.476E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 3.103E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.581, \quad \tau_{cr} = 607.7, \quad C = 2891$$

$$M_{Ed} = -1.278E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.525E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.506$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.689E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.151, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.158, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.449$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE



## Sezione C3 S3

### Caratteristiche generali

#### Dati principali

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 1000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x60 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x60 mm   |
| Anima                            | 24x880 mm, Inclinazione: 0   |
| Soletta                          | 4000x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 30/m                              |

#### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

#### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 1.291E+5  | 1.944E+5  | 1.969E+5  | 1.944E+5  | 2.89E+5   | 1.372E+5  |
| z <sub>G</sub> (mm)                 | 412.639   | 672.558   | 679.233   | 672.558   | 840.314   | 458.806   |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 2.427E+10 | 5.053E+10 | 5.121E+10 | 5.053E+10 | 6.766E+10 | 2.899E+10 |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -5.881E+7 | -7.514E+7 | -7.539E+7 | -7.514E+7 | -8.052E+7 | -6.318E+7 |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -6.882E+7 | -8.249E+7 | -8.27E+7  | -8.249E+7 | -8.671E+7 | -7.269E+7 |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 4.602E+7  | 1.889E+8  | 1.964E+8  | 1.889E+8  | 6.787E+8  | 6.025E+7  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 4.132E+7  | 1.543E+8  | 1.596E+8  | 1.543E+8  | 4.237E+8  | 5.357E+7  |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.271E+8  | 1.31E+8   | 1.271E+8  | 2.946E+8  | 4.743E+7  |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.081E+8  | 1.111E+8  | 1.081E+8  | 2.258E+8  | 4.256E+7  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.602E+7  | 8.817E+7  | 8.602E+7  | 1.612E+8  | 3.618E+7  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.054E+7  | 8.249E+7  | 8.054E+7  | 1.472E+8  | 3.446E+7  |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.525E+7  | 4.241E+7  | 4.285E+7  | 4.241E+7  | 5.348E+7  | 2.83E+7   |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.675E+7  | 4.691E+7  | 4.745E+7  | 4.691E+7  | 6.079E+7  | 3.021E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.341E+7  | 4.605E+7  | 4.663E+7  | 4.605E+7  | 6.067E+7  | 2.743E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -3.725E-9 | 3.356E+7  | 3.442E+7  | 3.356E+7  | 5.522E+7  | 5.961E+6  |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

#### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | z <sub>N</sub> (mm) | z <sub>max</sub> (mm) | z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.344E+6            | 1280.25             | 1300                  | 1260.5                |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 1.007E+7            | 1200                | 1259.5                | 1140.5                |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 5.884E+6            | 1104.75             | 1139.5                | 1070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 1.574E+6            | 1260                | 1260.5                | 1259.5                |
| Strato di armatura inferiore                    | 1.574E+6            | 1140                | 1140.5                | 1139.5                |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 1034.1              | 1070                  | 1000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 1.34E+7             | 970                 | 1000                  | 940                   |
| Anima della trave di acciaio                    | 7.141E+6            | 500                 | 940                   | 60                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 2.106E+7            | 30                  | 60                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -6.405E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 4.474E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -5.691E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 3.76E+7             |                     |                       |                       |

#### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t   | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|-------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 5.633 | 0.838 | 1  | 0  |
| Flangia inferiore | 8.967 | 0.838 | 3  | 1  |

**Classificazione dell'anima**

|  | c/t    | $\varepsilon$ | $\alpha$ | $\psi$ | classe |
|--|--------|---------------|----------|--------|--------|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 36.667 | 0.814         | 0.184    | -1.207 | 1      |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 36.667 | 0.814         | 0        | -0.128 | 1      |
| Compressione semplice (N)                        | 36.667 | 0.814         | 1        | 1      | 4      |

**Diagrammi di interazione**

| Sezione composta completa |           |               |
|---------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                     | 1.934E+4  | 222.09        |
| -6.405E+3                 | 2.204E+4  | 616.74        |
| -1.281E+4                 | 2.225E+4  | 942.59        |
| -1.921E+4                 | 2.154E+4  | 956.93        |
| -2.562E+4                 | 2.075E+4  | 971.27        |
| -3.202E+4                 | 1.987E+4  | 985.61        |
| -3.843E+4                 | 1.889E+4  | 999.95        |
| -4.483E+4                 | 1.718E+4  | 1139.66       |
| -5.124E+4                 | 1.518E+4  | 1184.87       |
| -5.764E+4                 | 1.273E+4  | 1259.52       |
| -6.405E+4                 | 9.973E+3  | 1300          |
| 0E+00                     | -2.818E+4 | 957.13        |
| -6.405E+3                 | -2.889E+4 | 942.79        |
| -1.281E+4                 | -2.871E+4 | 622.14        |
| -1.921E+4                 | -2.605E+4 | 227.49        |
| -2.562E+4                 | -2.127E+4 | 54.75         |
| -3.202E+4                 | -1.621E+4 | 45.62         |
| -3.843E+4                 | -1.109E+4 | 36.5          |
| -4.483E+4                 | -5.91E+3  | 27.37         |
| -5.124E+4                 | -6.742E+2 | 18.25         |
| -5.764E+4                 | 4.62E+3   | 9.12          |
| -6.405E+4                 | 9.973E+3  | 0             |
| 0E+00                     | 1.934E+4  | 222.09        |
| 4.474E+3                  | 1.606E+4  | 57.37         |
| 8.949E+3                  | 1.254E+4  | 51            |
| 1.342E+4                  | 8.998E+3  | 44.62         |
| 1.79E+4                   | 5.423E+3  | 38.25         |
| 2.237E+4                  | 1.82E+3   | 31.87         |
| 2.685E+4                  | -1.812E+3 | 25.5          |
| 3.132E+4                  | -5.472E+3 | 19.12         |
| 3.58E+4                   | -9.16E+3  | 12.75         |
| 4.027E+4                  | -1.288E+4 | 6.37          |
| 4.474E+4                  | -1.662E+4 | 0             |
| 0E+00                     | -2.818E+4 | 957.13        |
| 4.474E+3                  | -2.764E+4 | 967.15        |
| 8.949E+3                  | -2.705E+4 | 977.16        |
| 1.342E+4                  | -2.642E+4 | 987.18        |
| 1.79E+4                   | -2.574E+4 | 997.2         |
| 2.237E+4                  | -2.474E+4 | 1108.07       |
| 2.685E+4                  | -2.344E+4 | 1140.08       |
| 3.132E+4                  | -2.204E+4 | 1177.61       |
| 3.58E+4                   | -2.041E+4 | 1230.46       |
| 4.027E+4                  | -1.857E+4 | 1260.14       |
| 4.474E+4                  | -1.662E+4 | 1300          |

| Sezione composta senza anima |           |               |
|------------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                        | 1.64E+4   | 53.57         |
| -5.691E+3                    | 1.981E+4  | 942.64        |
| -1.138E+4                    | 1.919E+4  | 955.38        |
| -1.707E+4                    | 1.85E+4   | 968.12        |
| -2.276E+4                    | 1.774E+4  | 980.86        |
| -2.845E+4                    | 1.69E+4   | 993.6         |
| -3.414E+4                    | 1.576E+4  | 1103.47       |
| -3.983E+4                    | 1.411E+4  | 1140.34       |
| -4.552E+4                    | 1.224E+4  | 1201.73       |
| -5.122E+4                    | 9.999E+3  | 1259.75       |
| -5.691E+4                    | 7.543E+3  | 1300          |
| 0E+00                        | -2.486E+4 | 973.12        |
| -5.691E+3                    | -2.558E+4 | 960.38        |
| -1.138E+4                    | -2.623E+4 | 947.64        |
| -1.707E+4                    | -2.48E+4  | 56.75         |
| -2.276E+4                    | -2.032E+4 | 48.64         |
| -2.845E+4                    | -1.579E+4 | 40.54         |
| -3.414E+4                    | -1.122E+4 | 32.43         |
| -3.983E+4                    | -6.595E+3 | 24.32         |
| -4.552E+4                    | -1.929E+3 | 16.21         |
| -5.122E+4                    | 2.784E+3  | 8.11          |
| -5.691E+4                    | 7.543E+3  | 0             |
| 0E+00                        | 1.64E+4   | 53.57         |
| 3.76E+3                      | 1.343E+4  | 48.22         |
| 7.521E+3                     | 1.044E+4  | 42.86         |
| 1.128E+4                     | 7.433E+3  | 37.5          |
| 1.504E+4                     | 4.404E+3  | 32.14         |
| 1.88E+4                      | 1.355E+3  | 26.79         |
| 2.256E+4                     | -1.715E+3 | 21.43         |
| 2.632E+4                     | -4.804E+3 | 16.07         |
| 3.008E+4                     | -7.914E+3 | 10.71         |
| 3.384E+4                     | -1.104E+4 | 5.36          |
| 3.76E+4                      | -1.419E+4 | 0             |
| 0E+00                        | -2.486E+4 | 973.12        |
| 3.76E+3                      | -2.435E+4 | 981.53        |
| 7.521E+3                     | -2.38E+4  | 989.95        |
| 1.128E+4                     | -2.322E+4 | 998.37        |
| 1.504E+4                     | -2.236E+4 | 1105.83       |
| 1.88E+4                      | -2.128E+4 | 1139.79       |
| 2.256E+4                     | -2.014E+4 | 1158.5        |
| 2.632E+4                     | -1.886E+4 | 1202.91       |
| 3.008E+4                     | -1.741E+4 | 1247.33       |
| 3.384E+4                     | -1.584E+4 | 1260.37       |
| 3.76E+4                      | -1.419E+4 | 1300          |

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)  | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|--------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00  | 8.38E+5 | 2.92E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00  | 4.77E+5 | 1.02E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.1E-3 | 0E+00   | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit. Iso | 0E+00  | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00  | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |

|          |        |         |         |       |
|----------|--------|---------|---------|-------|
| 3a       | 0E+00  | 0E+00   | 1.43E+6 | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00  | 0       | 0E+00   | 0     |
| 3b       | 0E+00  | 2.95E+5 | 4.7E+6  | 0E+00 |
| Totale   | 2.1E-3 | 1.61E+6 | 8.92E+6 | 0E+00 |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ    | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|------|--------|
| Anima                 | 36.67 | 222.09               | 0.18 | -1.3 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.63  |                      |      |      | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.97  |                      |      |      | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |      | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3   | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 8.918E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3   |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.474E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.934E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 8.918E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.934E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.461    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.461    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 0.8                   | 0              | -0.9                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 1.6                   | 0              | 5.3                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 11.8                  | 28.1           | -13                   | -31.7          | 0                     | 0              | -1.2     | 8.9                   | 39.6           | 29.1                  | 129.8          | 165.6    | 0.423          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 9.4                   | 23.9           | -10.3                 | -27            | 0                     | 0              | -0.9     | 6.3                   | 33.6           | 20.8                  | 110.3          | 140.8    | 0.36           |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 0.5                   | 0              | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0.8                   | 0              | 2.6                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | 70.8  | 6.6                   | 19             | -7.2                  | -21.4          | 0                     | 0              | 70.2     | 3.4                   | 26.7           | 11.1                  | 87.7           | 182.7    | 0.573          |
| σ <sub>3</sub> | 63.6  | 5.4                   | 16.9           | -5.8                  | -19.1          | 0                     | 0              | 63.1     | 2.1                   | 23.8           | 6.9                   | 77.9           | 163      | 0.511          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -42.5 | -12.3                 | -14            | 13.9                  | 15.8           | 0                     | 0              | -40.9    | -16.5                 | -19.7          | -54.2                 | -64.6          | -124.9   | 0.392          |
| σ <sub>0</sub> | -49.7 | -13.5                 | -16.1          | 15.2                  | 18.2           | 0                     | 0              | -48      | -17.8                 | -22.7          | -58.3                 | -74.3          | -144.6   | 0.453          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.573 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.12 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.07 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 6.75 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 3.36 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 36.667 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.722E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.722E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 2.717E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.515, \quad \tau_{cr} = 772.2, \quad G = 2858.5$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 9.785E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.64E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.597$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.947E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.947E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.325, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.341, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.573$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

#### Sollecitazioni (Comb. Mmin)

| Fase     | N (N)  | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|--------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00  | 8.38E+5 | 2.92E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00  | 4.77E+5 | 1.02E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.1E-3 | 0E+00   | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00  | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00  | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00  | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00  | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00  | 7.48E+5 | -4.26E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.1E-3 | 2.06E+6 | -1.47E+6 | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ    | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|------|--------|
| Anima                 | 36.67 | 957.13               | -0.02 | 6.88 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.63  |                      |       |      | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.97  |                      |       |      | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |      | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

#### Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3   | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.473E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3    |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.474E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.818E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.473E+6 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.818E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.052     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.052     |

VERIFICA SODDISFATTA

### Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

#### Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 0.8                   | 0              | -0.9                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0                     | 0              | -4.8                  | 0              | -4.9     | 0.232          |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 11.8                  | 28.1           | -13                   | -31.7          | 0                     | 0              | -1.2     | 0                     | 0              | -26.4                 | -117.8         | -27.7    | 0.071          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 9.4                   | 23.9           | -10.3                 | -27            | 0                     | 0              | -0.9     | 0                     | 0              | -18.9                 | -100.2         | -19.8    | 0.051          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 0.5                   | 0              | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0                     | 0              | -2.4                  | 0              | -2.5     | 0.116          |
| σ <sub>4</sub> | 70.8  | 6.6                   | 19             | -7.2                  | -21.4          | 0                     | 0              | 70.2     | 0                     | 0              | -10.1                 | -79.6          | 60.1     | 0.188          |
| σ <sub>3</sub> | 63.6  | 5.4                   | 16.9           | -5.8                  | -19.1          | 0                     | 0              | 63.1     | 0                     | 0              | -6.3                  | -70.8          | 56.8     | 0.178          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -42.5 | -12.3                 | -14            | 13.9                  | 15.8           | 0                     | 0              | -40.9    | 0                     | 0              | 49.2                  | 58.7           | 8.3      | 0.026          |
| σ <sub>0</sub> | -49.7 | -13.5                 | -16.1          | 15.2                  | 18.2           | 0                     | 0              | -48      | 0                     | 0              | 53                    | 67.5           | 5        | 0.016          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.232 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.12 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.07 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.46 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

### Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 36.667 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd} = 4.722E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.722E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 4.204E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.515, \quad \tau_{cr} = 772.2, \quad C = 2858.5$$

$$M_{Ed} = -1.473E+6 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -2.486E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.059$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd} = 4.947E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 4.947E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.417, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.437, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.052$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmax)

| Fase     | N (N)  | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|--------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00  | 8.38E+5 | 2.92E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00  | 4.77E+5 | 1.02E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.1E-3 | 0E+00   | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00  | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00  | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00  | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00  | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00  | 1.61E+6 | -1.11E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.1E-3 | 2.92E+6 | 1.68E+6  | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmax)

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|-------|--------|
| Anima                 | 36.67 | 222.09               | 0.18 | -2.18 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.63  |                      |      |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.97  |                      |      |       | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |       | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

#### Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3   | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.683E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3   |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.474E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.934E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.683E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.934E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.087    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.087    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

### Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

#### Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)

|  | F. 1 | F. 2a     | F. 2a | F. 2b     | F. 2b | F. 2c     | F. 2c | F. 2 tot | F. 3a     | F. 3a | F. 3b     | F. 3b | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|--|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|----------|-----------|-------|-----------|-------|----------|----------------|
|  |      | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. |          | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. |          |                |

|            |       |       |       |       |       |   |   |       |   |   |      |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|-------|---|---|------|-------|-------|-------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.8   | 0     | -0.9  | 0     | 0 | 0 | -0.1  | 0 | 0 | -1.2 | 0     | -1.4  | 0.064 |
| $\sigma_7$ | 0     | 11.8  | 28.1  | -13   | -31.7 | 0 | 0 | -1.2  | 0 | 0 | -6.9 | -30.6 | -8.1  | 0.021 |
| $\sigma_6$ | 0     | 9.4   | 23.9  | -10.3 | -27   | 0 | 0 | -0.9  | 0 | 0 | -4.9 | -26   | -5.9  | 0.015 |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.5   | 0     | -0.6  | 0     | 0 | 0 | -0.1  | 0 | 0 | -0.6 | 0     | -0.7  | 0.033 |
| $\sigma_4$ | 70.8  | 6.6   | 19    | -7.2  | -21.4 | 0 | 0 | 70.2  | 0 | 0 | -2.6 | -20.7 | 67.6  | 0.212 |
| $\sigma_3$ | 63.6  | 5.4   | 16.9  | -5.8  | -19.1 | 0 | 0 | 63.1  | 0 | 0 | -1.6 | -18.4 | 61.4  | 0.193 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0     | 0 | 0 | 0    | 0     | 0     | 0     |
| $\sigma_1$ | -42.5 | -12.3 | -14   | 13.9  | 15.8  | 0 | 0 | -40.9 | 0 | 0 | 12.8 | 15.2  | -28.1 | 0.088 |
| $\sigma_0$ | -49.7 | -13.5 | -16.1 | 15.2  | 18.2  | 0 | 0 | -48   | 0 | 0 | 13.8 | 17.5  | -34.2 | 0.107 |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.212 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.12 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.07 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1.36 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0.69 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

### Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 36.667 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd} = 4.722E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.722E+6 \text{ N, contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.515, \quad \tau_{cr} = 772.2, \quad C = 2858.5$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 2.862E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.64E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 1.745$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd} = 4.947E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 4.947E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.591, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.619, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.212$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

C'E' INTERAZIONE

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd}/M_{Rd})(2\eta_3 - 1)^2 = 0.22 \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmin)

| Fase     | N (N)  | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|--------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00  | 8.38E+5  | 2.92E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00  | 4.77E+5  | 1.02E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.1E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00  | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00  | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00  | 0E+00    | 1.43E+6  | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00  | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00  | -3.02E+5 | -2.91E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.1E-3 | 1.01E+6  | 1.31E+6  | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmin)

|  |     |                       |          |        |        |
|--|-----|-----------------------|----------|--------|--------|
|  | c/t | $z_{pl} \text{ (mm)}$ | $\alpha$ | $\psi$ | Classe |
|--|-----|-----------------------|----------|--------|--------|

|                                   |       |        |      |       |   |
|-----------------------------------|-------|--------|------|-------|---|
| Anima                             | 36.67 | 222.09 | 0.18 | -2.55 | 1 |
| Piattabanda superiore             | 5.63  |        |      |       | 1 |
| Piattabanda inferiore             | 8.97  |        |      |       | 3 |
| classe della sezione              |       |        |      |       | 3 |
| Analisi plastica: NON APPLICABILE |       |        |      |       |   |

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3   | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.314E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.1E-3   |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.474E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.934E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.314E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.934E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.068    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.068    |
| VERIFICA NON SIGNIFICATIVA       |          |                                  |          |                                  |          |

*Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde*

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 0.8                   | 0              | -0.9                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 1.6                   | 0              | -3.3                  | 0              | -1.8     | 0.084          |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 11.8                  | 28.1           | -13                   | -31.7          | 0                     | 0              | -1.2     | 8.9                   | 39.6           | -18                   | -80.4          | -10.4    | 0.027          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 9.4                   | 23.9           | -10.3                 | -27            | 0                     | 0              | -0.9     | 6.3                   | 33.6           | -12.9                 | -68.3          | -7.5     | 0.019          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 0.5                   | 0              | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0.8                   | 0              | -1.6                  | 0              | -0.9     | 0.043          |
| σ <sub>4</sub> | 70.8  | 6.6                   | 19             | -7.2                  | -21.4          | 0                     | 0              | 70.2     | 3.4                   | 26.7           | -6.9                  | -54.3          | 66.7     | 0.209          |
| σ <sub>3</sub> | 63.6  | 5.4                   | 16.9           | -5.8                  | -19.1          | 0                     | 0              | 63.1     | 2.1                   | 23.8           | -4.3                  | -48.3          | 60.9     | 0.191          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -42.5 | -12.3                 | -14            | 13.9                  | 15.8           | 0                     | 0              | -40.9    | -16.5                 | -19.7          | 33.5                  | 40             | -23.9    | 0.075          |
| σ <sub>0</sub> | -49.7 | -13.5                 | -16.1          | 15.2                  | 18.2           | 0                     | 0              | -48      | -17.8                 | -22.7          | 36.1                  | 46             | -29.7    | 0.093          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.209 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.12 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.07 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1.78 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0.9 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 36.667 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.722E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.722E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.515, \quad \tau_{cr} = 772.2, \quad C = 2858.5$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 2.825E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.64E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 1.723$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.947E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.947E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.205, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.214, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.209$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

## Sezione C4 S4

### Caratteristiche generali

#### Dati principali

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 2000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x60 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x60 mm   |
| Anima                            | 24x1880 mm, Inclinazione: 0  |
| Soletta                          | 4000x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 20 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 20 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 30/m                              |

#### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

#### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 1.531E+5  | 2.355E+5  | 2.38E+5   | 2.355E+5  | 3.301E+5  | 1.783E+5  |
| z <sub>G</sub> (mm)                 | 847.962   | 1317.148  | 1326.5    | 1317.148  | 1565.884  | 1038.593  |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 1.114E+11 | 2.081E+11 | 2.101E+11 | 2.081E+11 | 2.594E+11 | 1.51E+11  |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -1.314E+8 | -1.58E+8  | -1.584E+8 | -1.58E+8  | -1.656E+8 | -1.453E+8 |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -1.414E+8 | -1.656E+8 | -1.659E+8 | -1.656E+8 | -1.722E+8 | -1.543E+8 |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1.02E+8   | 3.342E+8  | 3.424E+8  | 3.342E+8  | 6.933E+8  | 1.675E+8  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 9.67E+7   | 3.048E+8  | 3.119E+8  | 3.048E+8  | 5.975E+8  | 1.57E+8   |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 2.765E+8  | 2.825E+8  | 2.765E+8  | 5.145E+8  | 1.464E+8  |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 2.529E+8  | 2.582E+8  | 2.529E+8  | 4.518E+8  | 1.371E+8  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 2.207E+8  | 2.25E+8   | 2.207E+8  | 3.737E+8  | 1.236E+8  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 2.118E+8  | 2.158E+8  | 2.118E+8  | 3.533E+8  | 1.197E+8  |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 5.399E+7  | 8.495E+7  | 8.557E+7  | 8.495E+7  | 1.014E+8  | 6.657E+7  |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 6.144E+7  | 1.039E+8  | 1.048E+8  | 1.039E+8  | 1.286E+8  | 7.806E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 4.713E+7  | 9.926E+7  | 1.003E+8  | 9.926E+7  | 1.269E+8  | 6.831E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 0E+00     | 7.184E+7  | 7.327E+7  | 7.184E+7  | 1.099E+8  | 2.919E+7  |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

#### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | z <sub>N</sub> (mm) | z <sub>max</sub> (mm) | z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.253E+6            | 2280.79             | 2300                  | 2261.57               |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 9.893E+6            | 2200                | 2258.43               | 2141.57               |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 5.793E+6            | 2104.21             | 2138.43               | 2070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 4.917E+6            | 2260                | 2261.57               | 2258.43               |
| Strato di armatura inferiore                    | 4.917E+6            | 2140                | 2141.57               | 2138.43               |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 2034.1              | 2070                  | 2000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 1.34E+7             | 1970                | 2000                  | 1940                  |
| Anima della trave di acciaio                    | 1.525E+7            | 1000                | 1940                  | 60                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 2.106E+7            | 30                  | 60                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -7.849E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 5.955E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -6.323E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 4.429E+7            |                     |                       |                       |

#### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t   | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|-------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 5.633 | 0.838 | 1  | 0  |
| Flangia inferiore | 8.967 | 0.838 | 3  | 1  |



**Classificazione dell'anima**

|  | $c/t$  | $\varepsilon$ | $\alpha$ | $\psi$ | classe |
|--|--------|---------------|----------|--------|--------|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 78.333 | 0.814         | 0.571    | -0.921 | 3      |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 78.333 | 0.814         | 0        | -0.248 | 1      |
| Compressione semplice (N)                        | 78.333 | 0.814         | 1        | 1      | 4      |

**Diagrammi di interazione**

| Sezione composta completa |           |               |
|---------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                     | 5.225E+4  | 1134.17       |
| -7.849E+3                 | 5.374E+4  | 1617.8        |
| -1.57E+4                  | 5.164E+4  | 1945.87       |
| -2.355E+4                 | 4.859E+4  | 1963.44       |
| -3.139E+4                 | 4.54E+4   | 1981.01       |
| -3.924E+4                 | 4.207E+4  | 1998.58       |
| -4.709E+4                 | 3.786E+4  | 2138.88       |
| -5.494E+4                 | 3.336E+4  | 2141.39       |
| -6.279E+4                 | 2.852E+4  | 2227.61       |
| -7.064E+4                 | 2.312E+4  | 2260.1        |
| -7.849E+4                 | 1.76E+4   | 2300          |
| 0E+00                     | -6.211E+4 | 1953.12       |
| -7.849E+3                 | -6.496E+4 | 1817.61       |
| -1.57E+4                  | -6.504E+4 | 1333.98       |
| -2.355E+4                 | -6.132E+4 | 850.35        |
| -3.139E+4                 | -5.381E+4 | 366.72        |
| -3.924E+4                 | -4.275E+4 | 55.91         |
| -4.709E+4                 | -3.085E+4 | 44.73         |
| -5.494E+4                 | -1.887E+4 | 33.55         |
| -6.279E+4                 | -6.8E+3   | 22.36         |
| -7.064E+4                 | 5.358E+3  | 11.18         |
| -7.849E+4                 | 1.76E+4   | 0             |
| 0E+00                     | 5.225E+4  | 1134.17       |
| 5.955E+3                  | 4.859E+4  | 767.25        |
| 1.191E+4                  | 4.274E+4  | 400.32        |
| 1.786E+4                  | 3.471E+4  | 59.38         |
| 2.382E+4                  | 2.571E+4  | 50.9          |
| 2.977E+4                  | 1.667E+4  | 42.42         |
| 3.573E+4                  | 7.571E+3  | 33.93         |
| 4.168E+4                  | -1.577E+3 | 25.45         |
| 4.764E+4                  | -1.077E+4 | 16.97         |
| 5.359E+4                  | -2.002E+4 | 8.48          |
| 5.955E+4                  | -2.932E+4 | 0             |
| 0E+00                     | -6.211E+4 | 1953.12       |
| 5.955E+3                  | -5.977E+4 | 1966.46       |
| 1.191E+4                  | -5.734E+4 | 1979.79       |
| 1.786E+4                  | -5.484E+4 | 1993.12       |
| 2.382E+4                  | -5.201E+4 | 2104.03       |
| 2.977E+4                  | -4.865E+4 | 2139.4        |
| 3.573E+4                  | -4.523E+4 | 2141.3        |
| 4.168E+4                  | -4.165E+4 | 2202.02       |
| 4.764E+4                  | -3.766E+4 | 2258.81       |
| 5.359E+4                  | -3.353E+4 | 2260.71       |
| 5.955E+4                  | -2.932E+4 | 2300          |

| Sezione composta senza anima |           |               |
|------------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                        | 4.317E+4  | 1944.87       |
| -6.323E+3                    | 4.073E+4  | 1959.03       |
| -1.265E+4                    | 3.82E+4   | 1973.19       |
| -1.897E+4                    | 3.558E+4  | 1987.34       |
| -2.529E+4                    | 3.282E+4  | 2077.91       |
| -3.162E+4                    | 2.936E+4  | 2138.81       |
| -3.794E+4                    | 2.573E+4  | 2140.83       |
| -4.426E+4                    | 2.199E+4  | 2188.96       |
| -5.059E+4                    | 1.782E+4  | 2258.57       |
| -5.691E+4                    | 1.343E+4  | 2260.59       |
| -6.323E+4                    | 8.972E+3  | 2300          |
| 0E+00                        | -4.731E+4 | 1987.28       |
| -6.323E+3                    | -4.993E+4 | 1973.12       |
| -1.265E+4                    | -5.246E+4 | 1958.96       |
| -1.897E+4                    | -5.49E+4  | 1944.81       |
| -2.529E+4                    | -4.941E+4 | 54.05         |
| -3.162E+4                    | -3.982E+4 | 45.04         |
| -3.794E+4                    | -3.018E+4 | 36.03         |
| -4.426E+4                    | -2.048E+4 | 27.03         |
| -5.059E+4                    | -1.072E+4 | 18.02         |
| -5.691E+4                    | -9.009E+2 | 9.01          |
| -6.323E+4                    | 8.972E+3  | 0             |
| 0E+00                        | 4.317E+4  | 1944.87       |
| 4.429E+3                     | 4.06E+4   | 56.79         |
| 8.858E+3                     | 3.39E+4   | 50.48         |
| 1.329E+4                     | 2.717E+4  | 44.17         |
| 1.772E+4                     | 2.042E+4  | 37.86         |
| 2.215E+4                     | 1.364E+4  | 31.55         |
| 2.658E+4                     | 6.829E+3  | 25.24         |
| 3.1E+4                       | -9.014E+0 | 18.93         |
| 3.543E+4                     | -6.875E+3 | 12.62         |
| 3.986E+4                     | -1.377E+4 | 6.31          |
| 4.429E+4                     | -2.069E+4 | 0             |
| 0E+00                        | -4.731E+4 | 1987.28       |
| 4.429E+3                     | -4.542E+4 | 1997.19       |
| 8.858E+3                     | -4.322E+4 | 2107.51       |
| 1.329E+4                     | -4.072E+4 | 2139.01       |
| 1.772E+4                     | -3.818E+4 | 2140.42       |
| 2.215E+4                     | -3.563E+4 | 2151.44       |
| 2.658E+4                     | -3.292E+4 | 2203.76       |
| 3.1E+4                       | -2.998E+4 | 2256.07       |
| 3.543E+4                     | -2.691E+4 | 2259.78       |
| 3.986E+4                     | -2.383E+4 | 2261.2        |
| 4.429E+4                     | -2.069E+4 | 2300          |

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 1.17E+6 | 8.44E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 6.97E+5 | 4.28E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.58E-3 | 0E+00   | -1.37E+6 | 0E+00  |
| Rit. Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |

|          |         |         |         |       |
|----------|---------|---------|---------|-------|
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | 1.74E+6 | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00   | 0     |
| 3b       | 0E+00   | 9.22E+5 | 8.37E+6 | 0E+00 |
| Totale   | 2.58E-3 | 2.79E+6 | 2.15E+7 | 0E+00 |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|-------|--------|
| Anima                 | 78.33 | 1134.17              | 0.57 | -1.11 | 3      |
| Piattabanda superiore | 5.63  |                      |      |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.97  |                      |      |       | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |       | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.145E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 5.955E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 2.145E+7 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.411    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.411    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 1.3                   | 0              | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0.8                   | 0              | 3.9                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 19.4                  | 34.6           | -6.1                  | -11.1          | 0                     | 0              | 23.5     | 4.7                   | 14.1           | 22.4                  | 67.7           | 105.3    | 0.269          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 16.9                  | 31.2           | -5.3                  | -10            | 0                     | 0              | 21.2     | 3.9                   | 12.7           | 18.5                  | 61.1           | 95       | 0.243          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 1                     | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0.6                   | 0              | 2.7                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | 87.3  | 14                    | 27.2           | -4.4                  | -8.8           | 0                     | 0              | 105.8    | 2.9                   | 11.1           | 14                    | 53.3           | 170.2    | 0.533          |
| σ <sub>3</sub> | 82.7  | 12.8                  | 25.5           | -4                    | -8.2           | 0                     | 0              | 100.1    | 2.5                   | 10.4           | 12.1                  | 50             | 160.4    | 0.503          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -59.7 | -25.8                 | -27.7          | 8.3                   | 8.9            | 0                     | 0              | -78.5    | -10.1                 | -11.3          | -48.6                 | -54.3          | -144.1   | 0.452          |
| σ <sub>0</sub> | -64.2 | -27.1                 | -29.4          | 8.7                   | 9.5            | 0                     | 0              | -84.2    | -10.5                 | -12            | -50.5                 | -57.6          | -153.8   | 0.482          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.533 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.84 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.65 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 5.57 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 3.89 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 78.333 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 51.077 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 7.054E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 2.66, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.906$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 6.59E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 4.644E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0.784, \quad \lambda_w = 1.059, \quad \tau_{cr} = 182.9, \quad C = 1602.4$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 2.672E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 4.317E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.619$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 1.057E+7 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = min(V<sub>pl,Rd</sub>, V<sub>b,Rd</sub>) = 7.054E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.395, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.423, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.533$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 1.17E+6  | 8.44E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 6.97E+5  | 4.28E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.58E-3 | 0E+00    | -1.37E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -7.49E+4 | -1.54E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.58E-3 | 1.79E+6  | 9.8E+6   | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|-------|--------|
| Anima                 | 78.33 | 1134.17              | 0.57 | -1.33 | 3      |
| Piattabanda superiore | 5.63  |                      |      |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.97  |                      |      |       | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |       | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 9.801E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 5.955E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 9.801E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.188    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.188    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 1.3                   | 0              | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | -0.7                  | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 19.4                  | 34.6           | -6.1                  | -11.1          | 0                     | 0              | 23.5     | 0                     | 0              | -4.1                  | -12.5          | 11       | 0.028          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 16.9                  | 31.2           | -5.3                  | -10            | 0                     | 0              | 21.2     | 0                     | 0              | -3.4                  | -11.2          | 9.9      | 0.025          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 1                     | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | -0.5                  | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | 87.3  | 14                    | 27.2           | -4.4                  | -8.8           | 0                     | 0              | 105.8    | 0                     | 0              | -2.6                  | -9.8           | 95.9     | 0.301          |
| σ <sub>3</sub> | 82.7  | 12.8                  | 25.5           | -4                    | -8.2           | 0                     | 0              | 100.1    | 0                     | 0              | -2.2                  | -9.2           | 90.9     | 0.285          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -59.7 | -25.8                 | -27.7          | 8.3                   | 8.9            | 0                     | 0              | -78.5    | 0                     | 0              | 8.9                   | 10             | -68.5    | 0.215          |
| σ <sub>0</sub> | -64.2 | -27.1                 | -29.4          | 8.7                   | 9.5            | 0                     | 0              | -84.2    | 0                     | 0              | 9.3                   | 10.6           | -73.6    | 0.231          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.301 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.84 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.65 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.12 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.15 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 78.333 > 31/\eta \cdot \epsilon_w \cdot (K_\tau)^{0.5} = 51.077 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd} = 7.25E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w = 2.66, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.906$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 6.59E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 6.61E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0.784, \quad \lambda_w = 1.059, \quad \tau_{cr} = 182.9, \quad C = 1602.4$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 1.507E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = 4.317E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.349$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd} = 1.057E+7 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 7.25E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.247, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.272, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.301$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)

Sollecitazioni (Comb. Vmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 1.17E+6 | 8.44E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 6.97E+5 | 4.28E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.58E-3 | 0E+00   | -1.37E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 2.12E+6 | 6.32E+6  | 0E+00  |
| Totale   | 2.58E-3 | 3.98E+6 | 1.77E+7  | 0E+00  |

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Vmax)

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|------|-------|--------|
| Anima                 | 78.33 | 1134.17              | 0.57 | -1.15 | 3      |
| Piattabanda superiore | 5.63  |                      |      |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.97  |                      |      |       | 3      |
| classe della sezione  |       |                      |      |       | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.766E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 5.955E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.766E+7 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.338    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.338    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)

|  | F. 1 | F. 2a     | F. 2a | F. 2b     | F. 2b | F. 2c     | F. 2c | F. 2 tot | F. 3a     | F. 3a | F. 3b     | F. 3b | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|--|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|----------|-----------|-------|-----------|-------|----------|----------------|
|  |      | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. |          | Non Fess. | Fess. | Non Fess. | Fess. |          |                |

|            |       |       |       |      |       |   |   |       |   |   |       |       |        |       |
|------------|-------|-------|-------|------|-------|---|---|-------|---|---|-------|-------|--------|-------|
| $\sigma_8$ | 0     | 1.3   | 0     | -0.4 | 0     | 0 | 0 | 0     | 0 | 0 | 3     | 0     | 0      | 0     |
| $\sigma_7$ | 0     | 19.4  | 34.6  | -6.1 | -11.1 | 0 | 0 | 23.5  | 0 | 0 | 16.9  | 51.1  | 74.6   | 0.191 |
| $\sigma_6$ | 0     | 16.9  | 31.2  | -5.3 | -10   | 0 | 0 | 21.2  | 0 | 0 | 14    | 46.1  | 67.3   | 0.172 |
| $\sigma_5$ | 0     | 1     | 0     | -0.3 | 0     | 0 | 0 | 0     | 0 | 0 | 2     | 0     | 0      | 0     |
| $\sigma_4$ | 87.3  | 14    | 27.2  | -4.4 | -8.8  | 0 | 0 | 105.8 | 0 | 0 | 10.6  | 40.3  | 146    | 0.458 |
| $\sigma_3$ | 82.7  | 12.8  | 25.5  | -4   | -8.2  | 0 | 0 | 100.1 | 0 | 0 | 9.1   | 37.7  | 137.8  | 0.432 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0     | 0 | 0 | 0     | 0     | 0      | 0     |
| $\sigma_1$ | -59.7 | -25.8 | -27.7 | 8.3  | 8.9   | 0 | 0 | -78.5 | 0 | 0 | -36.7 | -41   | -119.5 | 0.375 |
| $\sigma_0$ | -64.2 | -27.1 | -29.4 | 8.7  | 9.5   | 0 | 0 | -84.2 | 0 | 0 | -38.2 | -43.5 | -127.7 | 0.4   |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.458 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.84 N/mm<sup>2</sup>

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.65 N/mm<sup>2</sup>

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 3.79 N/mm<sup>2</sup>

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2.67 N/mm<sup>2</sup>

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

### Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=78.333 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=51.077 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd}=7.13E+6$  N

Essendo:

$$a/h_w=2.66, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.906$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=6.59E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=5.403E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=0.784, \quad \lambda_w=1.059, \quad \tau_{cr}=182.9, \quad C=1602.4$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=2.293E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=4.317E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=0.531$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd}=1.057E+7$  N

Resistenza a taglio:  $V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=7.13E+6$  N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{Rd}=0.559, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{bw,Rd}=0.605, \quad \eta_1=\max(\eta_i)=0.458$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmin)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 1.17E+6  | 8.44E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 6.97E+5  | 4.28E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.58E-3 | 0E+00    | -1.37E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 1.74E+6  | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -8.92E+4 | -1.11E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.58E-3 | 1.78E+6  | 1.2E+7   | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmin)

|       | c/t   | $z_{pl}$ (mm) | $\alpha$ | $\psi$ | Classe |
|-------|-------|---------------|----------|--------|--------|
| Anima | 78.33 | 1134.17       | 0.57     | -1.26  | 3      |

|                                   |      |  |  |  |   |
|-----------------------------------|------|--|--|--|---|
| Piattabanda superiore             | 5.63 |  |  |  | 1 |
| Piattabanda inferiore             | 8.97 |  |  |  | 3 |
| classe della sezione              |      |  |  |  | 3 |
| Analisi plastica: NON APPLICABILE |      |  |  |  |   |

#### Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.197E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.579E-3 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 5.955E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 1.197E+7 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 5.225E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.229    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.229    |
| VERIFICA NON SIGNIFICATIVA       |          |                                  |          |                                  |          |

#### Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

#### Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 1.3                   | 0              | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0.8                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 19.4                  | 34.6           | -6.1                  | -11.1          | 0                     | 0              | 23.5     | 4.7                   | 14.1           | -3                    | -9             | 28.6     | 0.073          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 16.9                  | 31.2           | -5.3                  | -10            | 0                     | 0              | 21.2     | 3.9                   | 12.7           | -2.5                  | -8.1           | 25.8     | 0.066          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 1                     | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0.6                   | 0              | -0.4                  | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | 87.3  | 14                    | 27.2           | -4.4                  | -8.8           | 0                     | 0              | 105.8    | 2.9                   | 11.1           | -1.9                  | -7.1           | 109.8    | 0.344          |
| σ <sub>3</sub> | 82.7  | 12.8                  | 25.5           | -4                    | -8.2           | 0                     | 0              | 100.1    | 2.5                   | 10.4           | -1.6                  | -6.6           | 103.8    | 0.325          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -59.7 | -25.8                 | -27.7          | 8.3                   | 8.9            | 0                     | 0              | -78.5    | -10.1                 | -11.3          | 6.4                   | 7.2            | -82.6    | 0.259          |
| σ <sub>0</sub> | -64.2 | -27.1                 | -29.4          | 8.7                   | 9.5            | 0                     | 0              | -84.2    | -10.5                 | -12            | 6.7                   | 7.6            | -88.6    | 0.278          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.344 VERIFICA SODDISFATTA

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.84 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0.65 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1.14 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.85 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

#### Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 78.333 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 51.077 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 7.222E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 2.66, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.906$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 6.59E+6 \text{ N, contributo flange: } V_{bf,Rd} = 6.326E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0.784, \quad \lambda_w = 1.059, \quad \tau_{cr} = 182.9, \quad C = 1602.4$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 1.724E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 4.317E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.399$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 1.057E+7 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = min(V<sub>pl,Rd</sub>, V<sub>b,Rd</sub>) = 7.222E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.246, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.269, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.344$$

#### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

#### Sezione C5 S5

### Caratteristiche generali

#### Dati principali

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 1000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x60 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x60 mm   |
| Anima                            | 22x880 mm, Inclinazione: 0   |
| Soletta                          | 4000x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 30/m                              |

#### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

#### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 1.274E+5  | 1.926E+5  | 1.952E+5  | 1.926E+5  | 2.872E+5  | 1.354E+5  |
| z <sub>G</sub> (mm)                 | 411.432   | 674.135   | 680.849   | 674.135   | 842.399   | 458.271   |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 2.414E+10 | 5.037E+10 | 5.104E+10 | 5.037E+10 | 6.734E+10 | 2.887E+10 |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -5.867E+7 | -7.471E+7 | -7.496E+7 | -7.471E+7 | -7.994E+7 | -6.3E+7   |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -6.869E+7 | -8.201E+7 | -8.221E+7 | -8.201E+7 | -8.607E+7 | -7.25E+7  |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 4.567E+7  | 1.894E+8  | 1.969E+8  | 1.894E+8  | 6.9E+8    | 5.994E+7  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 4.101E+7  | 1.546E+8  | 1.599E+8  | 1.546E+8  | 4.273E+8  | 5.33E+7   |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.272E+8  | 1.312E+8  | 1.272E+8  | 2.959E+8  | 4.72E+7   |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.081E+8  | 1.112E+8  | 1.081E+8  | 2.263E+8  | 4.235E+7  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.597E+7  | 8.813E+7  | 8.597E+7  | 1.613E+8  | 3.601E+7  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.047E+7  | 8.243E+7  | 8.047E+7  | 1.472E+8  | 3.43E+7   |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.517E+7  | 4.251E+7  | 4.296E+7  | 4.251E+7  | 5.362E+7  | 2.827E+7  |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.653E+7  | 4.666E+7  | 4.72E+7   | 4.666E+7  | 6.035E+7  | 3.001E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.346E+7  | 4.588E+7  | 4.646E+7  | 4.588E+7  | 6.025E+7  | 2.746E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 0E+00     | 3.346E+7  | 3.431E+7  | 3.346E+7  | 5.489E+7  | 5.965E+6  |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

#### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | z <sub>N</sub> (mm) | z <sub>max</sub> (mm) | z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.344E+6            | 1280.25             | 1300                  | 1260.5                |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 1.007E+7            | 1200                | 1259.5                | 1140.5                |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 5.884E+6            | 1104.75             | 1139.5                | 1070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 1.574E+6            | 1260                | 1260.5                | 1259.5                |
| Strato di armatura inferiore                    | 1.574E+6            | 1140                | 1140.5                | 1139.5                |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 1034.1              | 1070                  | 1000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 1.34E+7             | 970                 | 1000                  | 940                   |
| Anima della trave di acciaio                    | 6.546E+6            | 500                 | 940                   | 60                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 2.106E+7            | 30                  | 60                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -6.345E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 4.415E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -5.691E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 3.76E+7             |                     |                       |                       |

#### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t   | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|-------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 5.65  | 0.838 | 1  | 0  |
| Flangia inferiore | 8.983 | 0.838 | 3  | 1  |

**Classificazione dell'anima**

|  | c/t | $\varepsilon$ | $\alpha$ | $\psi$ | classe |
|--|-----|---------------|----------|--------|--------|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 40  | 0.814         | 0.155    | -1.21  | 1      |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 40  | 0.814         | 0        | -0.125 | 1      |
| Compressione semplice (N)                        | 40  | 0.814         | 1        | 1      | 4      |

**Diagrammi di interazione**

| Sezione composta completa |           |                      |
|---------------------------|-----------|----------------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | Z <sub>pl</sub> (mm) |
| 0E+00                     | 1.915E+4  | 196.83               |
| -6.345E+3                 | 2.19E+4   | 623.35               |
| -1.269E+4                 | 2.202E+4  | 943.66               |
| -1.904E+4                 | 2.133E+4  | 957.87               |
| -2.538E+4                 | 2.056E+4  | 972.07               |
| -3.173E+4                 | 1.969E+4  | 986.28               |
| -3.807E+4                 | 1.871E+4  | 1072.54              |
| -4.442E+4                 | 1.702E+4  | 1139.71              |
| -5.076E+4                 | 1.504E+4  | 1186.27              |
| -5.711E+4                 | 1.262E+4  | 1259.54              |
| -6.345E+4                 | 9.903E+3  | 1300                 |
| 0E+00                     | -2.791E+4 | 958.46               |
| -6.345E+3                 | -2.86E+4  | 944.26               |
| -1.269E+4                 | -2.856E+4 | 641.25               |
| -1.904E+4                 | -2.593E+4 | 214.72               |
| -2.538E+4                 | -2.114E+4 | 54.24                |
| -3.173E+4                 | -1.611E+4 | 45.2                 |
| -3.807E+4                 | -1.102E+4 | 36.16                |
| -4.442E+4                 | -5.875E+3 | 27.12                |
| -5.076E+4                 | -6.73E+2  | 18.08                |
| -5.711E+4                 | 4.586E+3  | 9.04                 |
| -6.345E+4                 | 9.903E+3  | 0                    |
| 0E+00                     | 1.915E+4  | 196.83               |
| 4.415E+3                  | 1.584E+4  | 56.61                |
| 8.83E+3                   | 1.235E+4  | 50.32                |
| 1.324E+4                  | 8.841E+3  | 44.03                |
| 1.766E+4                  | 5.302E+3  | 37.74                |
| 2.207E+4                  | 1.736E+3  | 31.45                |
| 2.649E+4                  | -1.858E+3 | 25.16                |
| 3.09E+4                   | -5.48E+3  | 18.87                |
| 3.532E+4                  | -9.13E+3  | 12.58                |
| 3.973E+4                  | -1.281E+4 | 6.29                 |
| 4.415E+4                  | -1.651E+4 | 0                    |
| 0E+00                     | -2.791E+4 | 958.46               |
| 4.415E+3                  | -2.738E+4 | 968.35               |
| 8.83E+3                   | -2.68E+4  | 978.23               |
| 1.324E+4                  | -2.618E+4 | 988.11               |
| 1.766E+4                  | -2.551E+4 | 998                  |
| 2.207E+4                  | -2.45E+4  | 1111.59              |
| 2.649E+4                  | -2.322E+4 | 1140.15              |
| 3.09E+4                   | -2.184E+4 | 1179.72              |
| 3.532E+4                  | -2.023E+4 | 1231.87              |
| 3.973E+4                  | -1.842E+4 | 1260.16              |
| 4.415E+4                  | -1.651E+4 | 1300                 |

| Sezione composta senza anima |           |                      |
|------------------------------|-----------|----------------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | Z <sub>pl</sub> (mm) |
| 0E+00                        | 1.64E+4   | 53.57                |
| -5.691E+3                    | 1.983E+4  | 942.64               |
| -1.138E+4                    | 1.922E+4  | 955.38               |
| -1.707E+4                    | 1.854E+4  | 968.12               |
| -2.276E+4                    | 1.779E+4  | 980.86               |
| -2.845E+4                    | 1.696E+4  | 993.6                |
| -3.414E+4                    | 1.583E+4  | 1103.47              |
| -3.983E+4                    | 1.419E+4  | 1140.34              |
| -4.552E+4                    | 1.234E+4  | 1201.73              |
| -5.122E+4                    | 1.011E+4  | 1259.75              |
| -5.691E+4                    | 7.661E+3  | 1300                 |
| 0E+00                        | -2.486E+4 | 973.12               |
| -5.691E+3                    | -2.557E+4 | 960.38               |
| -1.138E+4                    | -2.621E+4 | 947.64               |
| -1.707E+4                    | -2.476E+4 | 56.75                |
| -2.276E+4                    | -2.027E+4 | 48.64                |
| -2.845E+4                    | -1.573E+4 | 40.54                |
| -3.414E+4                    | -1.114E+4 | 32.43                |
| -3.983E+4                    | -6.512E+3 | 24.32                |
| -4.552E+4                    | -1.834E+3 | 16.21                |
| -5.122E+4                    | 2.891E+3  | 8.11                 |
| -5.691E+4                    | 7.661E+3  | 0                    |
| 0E+00                        | 1.64E+4   | 53.57                |
| 3.76E+3                      | 1.342E+4  | 48.22                |
| 7.521E+3                     | 1.043E+4  | 42.86                |
| 1.128E+4                     | 7.409E+3  | 37.5                 |
| 1.504E+4                     | 4.372E+3  | 32.14                |
| 1.88E+4                      | 1.315E+3  | 26.79                |
| 2.256E+4                     | -1.762E+3 | 21.43                |
| 2.632E+4                     | -4.859E+3 | 16.07                |
| 3.008E+4                     | -7.976E+3 | 10.71                |
| 3.384E+4                     | -1.111E+4 | 5.36                 |
| 3.76E+4                      | -1.427E+4 | 0                    |
| 0E+00                        | -2.486E+4 | 973.12               |
| 3.76E+3                      | -2.436E+4 | 981.53               |
| 7.521E+3                     | -2.382E+4 | 989.95               |
| 1.128E+4                     | -2.325E+4 | 998.37               |
| 1.504E+4                     | -2.239E+4 | 1105.83              |
| 1.88E+4                      | -2.132E+4 | 1139.79              |
| 2.256E+4                     | -2.018E+4 | 1158.5               |
| 2.632E+4                     | -1.891E+4 | 1202.91              |
| 3.008E+4                     | -1.747E+4 | 1247.33              |
| 3.384E+4                     | -1.591E+4 | 1260.37              |
| 3.76E+4                      | -1.427E+4 | 1300                 |

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

| Fase    | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|---------|---------|----------|----------|--------|
| 1       | 0E+00   | -7.92E+5 | 3.18E+6  | 0E+00  |
| 2a      | 0E+00   | -4.62E+5 | 1.1E+6   | 0E+00  |
| 2b      | 2.67E-3 | 0E+00    | -1.26E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c      | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a      | 0E+00   | 0E+00    | 1.68E+6  | 0E+00  |



|          |         |          |         |       |
|----------|---------|----------|---------|-------|
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00   | 0     |
| 3b       | 0E+00   | -4.03E+5 | 3.96E+6 | 0E+00 |
| Totale   | 2.67E-3 | -1.66E+6 | 8.67E+6 | 0E+00 |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t  | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ     | Classe |
|-----------------------|------|----------------------|------|-------|--------|
| Anima                 | 40   | 196.83               | 0.16 | -1.32 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |                      |      |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |                      |      |       | 3      |
| classe della sezione  |      |                      |      |       | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.672E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 8.667E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.672E-3 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.415E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.915E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 8.667E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.915E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.452    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.452    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 0.8                   | 0              | -1                    | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 1.9                   | 0              | 4.4                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 12.7                  | 30.4           | -14.2                 | -34.8          | 0                     | 0              | -1.5     | 10.4                  | 46.7           | 24.6                  | 110.1          | 152.4    | 0.389          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 10.1                  | 25.9           | -11.3                 | -29.6          | 0                     | 0              | -1.2     | 7.4                   | 39.7           | 17.5                  | 93.6           | 129.6    | 0.331          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 0.5                   | 0              | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0.9                   | 0              | 2.2                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | 77.5  | 7.1                   | 20.6           | -7.8                  | -23.5          | 0                     | 0              | 76.8     | 3.9                   | 31.6           | 9.3                   | 74.4           | 180.5    | 0.566          |
| σ <sub>3</sub> | 69.6  | 5.8                   | 18.3           | -6.4                  | -20.9          | 0                     | 0              | 69       | 2.4                   | 28.1           | 5.7                   | 66.1           | 161.2    | 0.505          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -46.3 | -13.4                 | -15.1          | 15.3                  | 17.3           | 0                     | 0              | -44.4    | -19.5                 | -23.2          | -46.1                 | -54.7          | -122     | 0.382          |
| σ <sub>0</sub> | -54.2 | -14.7                 | -17.4          | 16.7                  | 19.9           | 0                     | 0              | -52.1    | -21                   | -26.7          | -49.6                 | -62.9          | -141.3   | 0.443          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.566 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.14 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.09 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 6.19 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 3.06 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=40 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.329E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=5.682, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4.329E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=2.633E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=1.2, \quad \lambda_w=0.562, \quad \tau_{cr}=648.8, \quad C=3004.7$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=9.619E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=1.64E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=0.587$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.365, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.383, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.566$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -7.92E+5 | 3.18E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -4.62E+5 | 1.1E+6   | 0E+00  |
| 2b       | 2.67E-3 | 0E+00    | -1.26E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -6.28E+5 | -3.66E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.67E-3 | -1.88E+6 | -6.35E+5 | 0E+00  |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

|                       | c/t  | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ      | Classe |
|-----------------------|------|----------------------|-------|--------|--------|
| Anima                 | 40   | 958.46               | -0.02 | -33.24 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |                      |       |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |                      |       |        | 1      |
| classe della sezione  |      |                      |       |        | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.672E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -6.347E+5 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.672E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.415E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -6.347E+5 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.023     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.023     |

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 0.8                   | 0              | -1                    | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0                     | 0              | -4.1                  | 0              | -4.2     | 0.2            |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 12.7                  | 30.4           | -14.2                 | -34.8          | 0                     | 0              | -1.5     | 0                     | 0              | -22.7                 | -101.5         | -24.2    | 0.062          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 10.1                  | 25.9           | -11.3                 | -29.6          | 0                     | 0              | -1.2     | 0                     | 0              | -16.2                 | -86.3          | -17.3    | 0.044          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 0.5                   | 0              | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0                     | 0              | -2                    | 0              | -2.1     | 0.1            |
| σ <sub>4</sub> | 77.5  | 7.1                   | 20.6           | -7.8                  | -23.5          | 0                     | 0              | 76.8     | 0                     | 0              | -8.6                  | -68.6          | 68.2     | 0.214          |
| σ <sub>3</sub> | 69.6  | 5.8                   | 18.3           | -6.4                  | -20.9          | 0                     | 0              | 69       | 0                     | 0              | -5.3                  | -61            | 63.7     | 0.2            |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -46.3 | -13.4                 | -15.1          | 15.3                  | 17.3           | 0                     | 0              | -44.4    | 0                     | 0              | 42.5                  | 50.4           | -1.9     | 0.006          |
| σ <sub>0</sub> | -54.2 | -14.7                 | -17.4          | 16.7                  | 19.9           | 0                     | 0              | -52.1    | 0                     | 0              | 45.7                  | 58             | -6.4     | 0.02           |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.214 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.14 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.09 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.24 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.12 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

### Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 40 < 31/\eta \cdot \epsilon_w \cdot (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd} = 4.329E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.329E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 4.011E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.562, \quad \tau_{cr} = 648.8, \quad C = 3004.7$$

$$M_{Ed} = -6.347E+5 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.486E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.026$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd} = 4.535E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 4.535E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.415, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.435, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.023$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -7.92E+5 | 3.18E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -4.62E+5 | 1.1E+6   | 0E+00  |
| 2b       | 2.67E-3 | 0E+00    | -1.26E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 3.8E+5   | -2.25E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.67E-3 | -8.74E+5 | 7.73E+5  | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmax)

|                       | c/t  | z pl (mm) | $\alpha$ | $\psi$ | Classe |
|-----------------------|------|-----------|----------|--------|--------|
| Anima                 | 40   | 196.83    | 0.16     | -3.6   | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |           |          |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |           |          |        | 3      |
| classe della sezione  |      |           |          |        | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

#### Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)

| Azione assiale  |          | Flessione semplice |          | Interazione N/M |          |
|-----------------|----------|--------------------|----------|-----------------|----------|
| $N_{Ed}$ (N)    | 2.672E-3 | $M_{Ed}$ (Nm)      | 7.728E+5 | $N_{Ed}$ (N)    | 2.672E-3 |
| $N_{Rd}$ (N)    | 4.415E+7 | $M_{Rd}$ (Nm)      | 1.915E+7 | $M_{Ed}$ (Nm)   | 7.728E+5 |
|                 |          |                    |          | $M_{Rd}$ (Nm)   | 1.915E+7 |
| $N_{Ed}/N_{Rd}$ | 0        | $M_{Ed}/M_{Rd}$    | 0.04     | $M_{Ed}/M_{Rd}$ | 0.04     |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

### Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

#### Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | $\eta_1$ |
|------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------|
| $\sigma_8$ | 0    | 0.8                   | 0              | -1                    | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0                     | 0              | -2.5                  | 0              | -2.7     | 0.126    |

|            |       |       |       |       |       |   |   |       |   |   |       |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|-------|---|---|-------|-------|-------|-------|
| $\sigma_7$ | 0     | 12.7  | 30.4  | -14.2 | -34.8 | 0 | 0 | -1.5  | 0 | 0 | -13.9 | -62.4 | -15.4 | 0.039 |
| $\sigma_6$ | 0     | 10.1  | 25.9  | -11.3 | -29.6 | 0 | 0 | -1.2  | 0 | 0 | -9.9  | -53.1 | -11.1 | 0.028 |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.5   | 0     | -0.6  | 0     | 0 | 0 | -0.1  | 0 | 0 | -1.3  | 0     | -1.3  | 0.063 |
| $\sigma_4$ | 77.5  | 7.1   | 20.6  | -7.8  | -23.5 | 0 | 0 | 76.8  | 0 | 0 | -5.3  | -42.2 | 71.5  | 0.224 |
| $\sigma_3$ | 69.6  | 5.8   | 18.3  | -6.4  | -20.9 | 0 | 0 | 69    | 0 | 0 | -3.3  | -37.5 | 65.8  | 0.206 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0     | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| $\sigma_1$ | -46.3 | -13.4 | -15.1 | 15.3  | 17.3  | 0 | 0 | -44.4 | 0 | 0 | 26.1  | 31    | -18.3 | 0.057 |
| $\sigma_0$ | -54.2 | -14.7 | -17.4 | 16.7  | 19.9  | 0 | 0 | -52.1 | 0 | 0 | 28.1  | 35.7  | -24   | 0.075 |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.224 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.14 N/mm<sup>2</sup>

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.09 N/mm<sup>2</sup>

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2.66 N/mm<sup>2</sup>

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1.34 N/mm<sup>2</sup>

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

### Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=40 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd} = 4.329E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.329E+6 \text{ N, contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.562, \quad \tau_{cr} = 648.8, \quad G = 3004.7$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 3.055E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.64E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 1.863$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd} = 4.535E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = V_{pl,Rd} = 4.535E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.193, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.202, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.224$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmin)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -7.92E+5 | 3.18E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -4.62E+5 | 1.1E+6   | 0E+00  |
| 2b       | 2.67E-3 | 0E+00    | -1.26E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 1.68E+6  | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -1.69E+6 | -1.24E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 2.67E-3 | -2.94E+6 | 3.46E+6  | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmin)

|                       | c/t  | $z_{pl}$ (mm) | $\alpha$ | $\psi$ | Classe |
|-----------------------|------|---------------|----------|--------|--------|
| Anima                 | 40   | 196.83        | 0.16     | -1.48  | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |               |          |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |               |          |        | 3      |

|                                   |  |  |  |  |   |
|-----------------------------------|--|--|--|--|---|
| classe della sezione              |  |  |  |  | 3 |
| Analisi plastica: NON APPLICABILE |  |  |  |  |   |

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.672E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 3.461E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 2.672E-3 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.415E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.915E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 3.461E+6 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.915E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.181    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.181    |
| VERIFICA NON SIGNIFICATIVA       |          |                                  |          |                                  |          |

*Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde*

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | 0.8                   | 0              | -1                    | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 1.9                   | 0              | -1.4                  | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | 12.7                  | 30.4           | -14.2                 | -34.8          | 0                     | 0              | -1.5     | 10.4                  | 46.7           | -7.7                  | -34.5          | 7.8      | 0.02           |
| σ <sub>6</sub> | 0     | 10.1                  | 25.9           | -11.3                 | -29.6          | 0                     | 0              | -1.2     | 7.4                   | 39.7           | -5.5                  | -29.3          | 6.7      | 0.017          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | 0.5                   | 0              | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | -0.1     | 0.9                   | 0              | -0.7                  | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | 77.5  | 7.1                   | 20.6           | -7.8                  | -23.5          | 0                     | 0              | 76.8     | 3.9                   | 31.6           | -2.9                  | -23.3          | 82.8     | 0.26           |
| σ <sub>3</sub> | 69.6  | 5.8                   | 18.3           | -6.4                  | -20.9          | 0                     | 0              | 69       | 2.4                   | 28.1           | -1.8                  | -20.7          | 74.3     | 0.233          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | -46.3 | -13.4                 | -15.1          | 15.3                  | 17.3           | 0                     | 0              | -44.4    | -19.5                 | -23.2          | 14.4                  | 17.1           | -50.2    | 0.157          |
| σ <sub>0</sub> | -54.2 | -14.7                 | -17.4          | 16.7                  | 19.9           | 0                     | 0              | -52.1    | -21                   | -26.7          | 15.5                  | 19.7           | -58.7    | 0.184          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.26 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.14 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.09 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.35 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.16 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=40 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.329E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.329E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 3.723E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.562, \quad \tau_{cr} = 648.8, \quad C = 3004.7$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = 4.413E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.64E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.269$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.649, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.68, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.26$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Sezione C5 S6**

**Caratteristiche generali**

### Dati principali

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 1000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x60 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x60 mm   |
| Anima                            | 22x880 mm, Inclinazione: 0   |
| Soletta                          | 4000x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 30/m                              |

### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 1.274E+5  | 1.926E+5  | 1.952E+5  | 1.926E+5  | 2.872E+5  | 1.354E+5  |
| z <sub>G</sub> (mm)                 | 411.432   | 674.135   | 680.849   | 674.135   | 842.399   | 458.271   |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 2.414E+10 | 5.037E+10 | 5.104E+10 | 5.037E+10 | 6.734E+10 | 2.887E+10 |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -5.867E+7 | -7.471E+7 | -7.496E+7 | -7.471E+7 | -7.994E+7 | -6.3E+7   |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -6.869E+7 | -8.201E+7 | -8.221E+7 | -8.201E+7 | -8.607E+7 | -7.25E+7  |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 4.567E+7  | 1.894E+8  | 1.969E+8  | 1.894E+8  | 6.9E+8    | 5.994E+7  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 4.101E+7  | 1.546E+8  | 1.599E+8  | 1.546E+8  | 4.273E+8  | 5.33E+7   |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.272E+8  | 1.312E+8  | 1.272E+8  | 2.959E+8  | 4.72E+7   |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.081E+8  | 1.112E+8  | 1.081E+8  | 2.263E+8  | 4.235E+7  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.597E+7  | 8.813E+7  | 8.597E+7  | 1.613E+8  | 3.601E+7  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.047E+7  | 8.243E+7  | 8.047E+7  | 1.472E+8  | 3.43E+7   |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.517E+7  | 4.251E+7  | 4.296E+7  | 4.251E+7  | 5.362E+7  | 2.827E+7  |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.653E+7  | 4.666E+7  | 4.72E+7   | 4.666E+7  | 6.035E+7  | 3.001E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.346E+7  | 4.588E+7  | 4.646E+7  | 4.588E+7  | 6.025E+7  | 2.746E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 0E+00     | 3.346E+7  | 3.431E+7  | 3.346E+7  | 5.489E+7  | 5.965E+6  |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | Z <sub>N</sub> (mm) | Z <sub>max</sub> (mm) | Z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.344E+6            | 1280.25             | 1300                  | 1260.5                |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 1.007E+7            | 1200                | 1259.5                | 1140.5                |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 5.884E+6            | 1104.75             | 1139.5                | 1070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 1.574E+6            | 1260                | 1260.5                | 1259.5                |
| Strato di armatura inferiore                    | 1.574E+6            | 1140                | 1140.5                | 1139.5                |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 1034.1              | 1070                  | 1000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 1.34E+7             | 970                 | 1000                  | 940                   |
| Anima della trave di acciaio                    | 6.546E+6            | 500                 | 940                   | 60                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 2.106E+7            | 30                  | 60                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -6.345E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 4.415E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -5.691E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 3.76E+7             |                     |                       |                       |

### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t   | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|-------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 5.65  | 0.838 | 1  | 0  |
| Flangia inferiore | 8.983 | 0.838 | 3  | 1  |

### Classificazione dell'anima

|  | c/t | ε | α | ψ | classe |
|--|-----|---|---|---|--------|
|  |     |   |   |   |        |

|  |    |       |       |        |   |
|--|----|-------|-------|--------|---|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 40 | 0.814 | 0.155 | -1.21  | 1 |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 40 | 0.814 | 0     | -0.125 | 1 |
| Compressione semplice (N)                        | 40 | 0.814 | 1     | 1      | 4 |

### Diagrammi di interazione

| Sezione composta completa |           |                      |
|---------------------------|-----------|----------------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | z <sub>pl</sub> (mm) |
| 0E+00                     | 1.915E+4  | 196.83               |
| -6.345E+3                 | 2.19E+4   | 623.35               |
| -1.269E+4                 | 2.202E+4  | 943.66               |
| -1.904E+4                 | 2.133E+4  | 957.87               |
| -2.538E+4                 | 2.056E+4  | 972.07               |
| -3.173E+4                 | 1.969E+4  | 986.28               |
| -3.807E+4                 | 1.871E+4  | 1072.54              |
| -4.442E+4                 | 1.702E+4  | 1139.71              |
| -5.076E+4                 | 1.504E+4  | 1186.27              |
| -5.711E+4                 | 1.262E+4  | 1259.54              |
| -6.345E+4                 | 9.903E+3  | 1300                 |
| 0E+00                     | -2.791E+4 | 958.46               |
| -6.345E+3                 | -2.86E+4  | 944.26               |
| -1.269E+4                 | -2.856E+4 | 641.25               |
| -1.904E+4                 | -2.593E+4 | 214.72               |
| -2.538E+4                 | -2.114E+4 | 54.24                |
| -3.173E+4                 | -1.611E+4 | 45.2                 |
| -3.807E+4                 | -1.102E+4 | 36.16                |
| -4.442E+4                 | -5.875E+3 | 27.12                |
| -5.076E+4                 | -6.73E+2  | 18.08                |
| -5.711E+4                 | 4.586E+3  | 9.04                 |
| -6.345E+4                 | 9.903E+3  | 0                    |
| 0E+00                     | 1.915E+4  | 196.83               |
| 4.415E+3                  | 1.584E+4  | 56.61                |
| 8.83E+3                   | 1.235E+4  | 50.32                |
| 1.324E+4                  | 8.841E+3  | 44.03                |
| 1.766E+4                  | 5.302E+3  | 37.74                |
| 2.207E+4                  | 1.736E+3  | 31.45                |
| 2.649E+4                  | -1.858E+3 | 25.16                |
| 3.09E+4                   | -5.48E+3  | 18.87                |
| 3.532E+4                  | -9.13E+3  | 12.58                |
| 3.973E+4                  | -1.281E+4 | 6.29                 |
| 4.415E+4                  | -1.651E+4 | 0                    |
| 0E+00                     | -2.791E+4 | 958.46               |
| 4.415E+3                  | -2.738E+4 | 968.35               |
| 8.83E+3                   | -2.68E+4  | 978.23               |
| 1.324E+4                  | -2.618E+4 | 988.11               |
| 1.766E+4                  | -2.551E+4 | 998                  |
| 2.207E+4                  | -2.45E+4  | 1111.59              |
| 2.649E+4                  | -2.322E+4 | 1140.15              |
| 3.09E+4                   | -2.184E+4 | 1179.72              |
| 3.532E+4                  | -2.023E+4 | 1231.87              |
| 3.973E+4                  | -1.842E+4 | 1260.16              |
| 4.415E+4                  | -1.651E+4 | 1300                 |

| Sezione composta senza anima |           |                      |
|------------------------------|-----------|----------------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | z <sub>pl</sub> (mm) |
| 0E+00                        | 1.64E+4   | 53.57                |
| -5.691E+3                    | 1.983E+4  | 942.64               |
| -1.138E+4                    | 1.922E+4  | 955.38               |
| -1.707E+4                    | 1.854E+4  | 968.12               |
| -2.276E+4                    | 1.779E+4  | 980.86               |
| -2.845E+4                    | 1.696E+4  | 993.6                |
| -3.414E+4                    | 1.583E+4  | 1103.47              |
| -3.983E+4                    | 1.419E+4  | 1140.34              |
| -4.552E+4                    | 1.234E+4  | 1201.73              |
| -5.122E+4                    | 1.011E+4  | 1259.75              |
| -5.691E+4                    | 7.661E+3  | 1300                 |
| 0E+00                        | -2.486E+4 | 973.12               |
| -5.691E+3                    | -2.557E+4 | 960.38               |
| -1.138E+4                    | -2.621E+4 | 947.64               |
| -1.707E+4                    | -2.476E+4 | 56.75                |
| -2.276E+4                    | -2.027E+4 | 48.64                |
| -2.845E+4                    | -1.573E+4 | 40.54                |
| -3.414E+4                    | -1.114E+4 | 32.43                |
| -3.983E+4                    | -6.512E+3 | 24.32                |
| -4.552E+4                    | -1.834E+3 | 16.21                |
| -5.122E+4                    | 2.891E+3  | 8.11                 |
| -5.691E+4                    | 7.661E+3  | 0                    |
| 0E+00                        | 1.64E+4   | 53.57                |
| 3.76E+3                      | 1.342E+4  | 48.22                |
| 7.521E+3                     | 1.043E+4  | 42.86                |
| 1.128E+4                     | 7.409E+3  | 37.5                 |
| 1.504E+4                     | 4.372E+3  | 32.14                |
| 1.88E+4                      | 1.315E+3  | 26.79                |
| 2.256E+4                     | -1.762E+3 | 21.43                |
| 2.632E+4                     | -4.859E+3 | 16.07                |
| 3.008E+4                     | -7.976E+3 | 10.71                |
| 3.384E+4                     | -1.111E+4 | 5.36                 |
| 3.76E+4                      | -1.427E+4 | 0                    |
| 0E+00                        | -2.486E+4 | 973.12               |
| 3.76E+3                      | -2.436E+4 | 981.53               |
| 7.521E+3                     | -2.382E+4 | 989.95               |
| 1.128E+4                     | -2.325E+4 | 998.37               |
| 1.504E+4                     | -2.239E+4 | 1105.83              |
| 1.88E+4                      | -2.132E+4 | 1139.79              |
| 2.256E+4                     | -2.018E+4 | 1158.5               |
| 2.632E+4                     | -1.891E+4 | 1202.91              |
| 3.008E+4                     | -1.747E+4 | 1247.33              |
| 3.384E+4                     | -1.591E+4 | 1260.37              |
| 3.76E+4                      | -1.427E+4 | 1300                 |

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -3.31E+5 | -1.3E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.6E+5  | -1.23E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.81E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -7.92E+4 | 2.6E+6   | 0E+00  |

|        |         |         |         |       |
|--------|---------|---------|---------|-------|
| Totale | 3.81E-3 | -5.7E+5 | 6.57E+4 | 0E+00 |
|--------|---------|---------|---------|-------|

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t  | z <sub>pl</sub> (mm) | α    | ψ     | Classe |
|-----------------------|------|----------------------|------|-------|--------|
| Anima                 | 40   | 196.83               | 0.16 | -0.02 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |                      |      |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |                      |      |       | 3      |
| classe della sezione  |      |                      |      |       | 3      |

Analisi plastica: NON APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |          | Interazione N/M                  |          |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 6.572E+4 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3 |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.415E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.915E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | 6.572E+4 |
|                                  |          |                                  |          | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | 1.915E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.003    | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.003    |

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1       | 0                     | 0              | 2.9                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -14.3                 | -34.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -14.3    | 0                     | 0              | 16.1                  | 72.2           | 38       | 0.097          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -11.4                 | -29.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.4    | 0                     | 0              | 11.5                  | 61.4           | 32.3     | 0.083          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.6     | 0                     | 0              | 1.5                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | -31.8 | -8                    | -23.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -39.7    | 0                     | 0              | 6.1                   | 48.8           | -6.1     | 0.019          |
| σ <sub>3</sub> | -28.5 | -6.5                  | -20.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -35      | 0                     | 0              | 3.8                   | 43.4           | -5.7     | 0.018          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 19    | 15                    | 17             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 34       | 0                     | 0              | -30.2                 | -35.9          | 0.1      | 0              |
| σ <sub>0</sub> | 22.2  | 16.5                  | 19.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 38.7     | 0                     | 0              | -32.5                 | -41.3          | 0.5      | 0.002          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.097 VERIFICA SODDISFATTA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.95 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.6 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1.96 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.85 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=40 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.329E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.329E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 4.012E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.562, \quad \tau_{cr} = 648.8, \quad C = 3004.7$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -3.245E+5 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = 1.64E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = -0.02$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.126, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.132, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0.097$$



Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -3.31E+5 | -1.3E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.6E+5  | -1.23E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.81E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.92E+6 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -3.21E+5 | -8.17E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 3.81E-3 | -8.12E+5 | -1.26E+7 | 0E+00  |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

|                       | c/t  | z pl (mm) | $\alpha$ | $\psi$ | Classe |
|-----------------------|------|-----------|----------|--------|--------|
| Anima                 | 40   | 958.46    | -0.02    | -3.05  | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |           |          |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |           |          |        | 1      |
| classe della sezione  |      |           |          |        | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.262E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.415E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.262E+7 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.452     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.452     |

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | $\eta_1$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1       | -2.2                  | 0              | -9.2                  | 0              | -12.3    | 0.58     |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.3                 | -34.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -14.3    | -11.9                 | -53.3          | -50.7                 | -226.9         | -76.9    | 0.197    |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.4                 | -29.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.4    | -8.5                  | -45.3          | -36.1                 | -192.9         | -56      | 0.143    |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.6     | -1.1                  | 0              | -4.6                  | 0              | -6.2     | 0.294    |
| $\sigma_4$ | -31.8 | -8                    | -23.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -39.7    | -4.5                  | -36            | -19.1                 | -153.3         | -63.3    | 0.199    |
| $\sigma_3$ | -28.5 | -6.5                  | -20.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -35      | -2.8                  | -32            | -11.8                 | -136.3         | -49.7    | 0.156    |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0        |
| $\sigma_1$ | 19    | 15                    | 17             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 34       | 22.3                  | 26.5           | 94.9                  | 112.7          | 151.2    | 0.474    |
| $\sigma_0$ | 22.2  | 16.5                  | 19.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 38.7     | 24                    | 30.5           | 102.2                 | 129.7          | 164.9    | 0.517    |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.58 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.95 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.6 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -12.27 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -6.23 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=40 < 31/\eta \cdot \epsilon_w \cdot (K_\tau)^{0.5}=49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd}=4.329E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w=5.682, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4.329E+6 \text{ N, contributo flange: } V_{bf,Rd}=2.979E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=1.2, \quad \lambda_w=0.562, \quad \tau_{cr}=648.8, \quad C=3004.7$$

$$M_{Ed}=-1.262E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=-2.486E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=0.508$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd}=4.535E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd}=V_{pl,Rd}=4.535E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.179, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.187, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.452$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -3.31E+5 | -1.3E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.6E+5  | -1.23E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.81E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.92E+6 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 5.79E+5  | -5.1E+6  | 0E+00  |
| Totale   | 3.81E-3 | 8.87E+4  | -9.55E+6 | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmax)

|                       | c/t  | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 40   | 958.46               | -0.02 | -2.56 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |      |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

#### Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -9.553E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.415E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -9.553E+6 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.342     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.342     |

VERIFICA SODDISFATTA

### Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

#### Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)

|                | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0    | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1       | -2.2                  | 0              | -5.7                  | 0              | -8.8     | 0.417          |
| σ <sub>7</sub> | 0    | -14.3                 | -34.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -14.3    | -11.9                 | -53.3          | -31.6                 | -141.6         | -57.9    | 0.148          |
| σ <sub>6</sub> | 0    | -11.4                 | -29.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.4    | -8.5                  | -45.3          | -22.5                 | -120.4         | -42.4    | 0.108          |

|            |       |      |       |   |   |   |   |       |      |      |       |       |       |       |
|------------|-------|------|-------|---|---|---|---|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6 | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.6  | -1.1 | 0    | -2.8  | 0     | -4.5  | 0.213 |
| $\sigma_4$ | -31.8 | -8   | -23.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -39.7 | -4.5 | -36  | -11.9 | -95.7 | -56.2 | 0.176 |
| $\sigma_3$ | -28.5 | -6.5 | -20.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | -35   | -2.8 | -32  | -7.4  | -85.1 | -45.2 | 0.142 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| $\sigma_1$ | 19    | 15   | 17    | 0 | 0 | 0 | 0 | 34    | 22.3 | 26.5 | 59.3  | 70.4  | 115.5 | 0.362 |
| $\sigma_0$ | 22.2  | 16.5 | 19.5  | 0 | 0 | 0 | 0 | 38.7  | 24   | 30.5 | 63.8  | 81    | 126.5 | 0.396 |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.417 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.95 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.6 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -8.82 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=40 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.329E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.329E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 3.421E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.562, \quad \tau_{cr} = 648.8, \quad C = 3004.7$$

$$M_{Ed} = -9.553E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.486E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.384$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.02, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.02, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.342$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)

**Sollecitazioni (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -3.31E+5 | -1.3E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.6E+5  | -1.23E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.81E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -1.01E+6 | -5.97E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 3.81E-3 | -1.5E+6  | -8.51E+6 | 0E+00  |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Vmin)**

|                       | c/t  | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 40   | 958.46               | -0.02 | -2.37 | 1      |
| Piattabanda superiore | 5.65 |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 8.98 |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |      |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -8.507E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 3.809E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.415E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -8.507E+6 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.791E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.305     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.305     |
| VERIFICA SODDISFATTA             |          |                                  |           |                                  |           |

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1       | 0                     | 0              | -6.7                  | 0              | -7.6     | 0.361          |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -14.3                 | -34.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -14.3    | 0                     | 0              | -37                   | -165.8         | -51.4    | 0.131          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -11.4                 | -29.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.4    | 0                     | 0              | -26.4                 | -141           | -37.8    | 0.097          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.6     | 0                     | 0              | -3.3                  | 0              | -3.9     | 0.186          |
| σ <sub>4</sub> | -31.8 | -8                    | -23.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -39.7    | 0                     | 0              | -14                   | -112.1         | -53.7    | 0.168          |
| σ <sub>3</sub> | -28.5 | -6.5                  | -20.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -35      | 0                     | 0              | -8.7                  | -99.6          | -43.7    | 0.137          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 19    | 15                    | 17             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 34       | 0                     | 0              | 69.4                  | 82.4           | 103.4    | 0.324          |
| σ <sub>0</sub> | 22.2  | 16.5                  | 19.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 38.7     | 0                     | 0              | 74.7                  | 94.8           | 113.4    | 0.355          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.361 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.95 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.6 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -7.65 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3.93 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=40 < 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.131 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NON NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 4.329E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 5.682, \quad \eta = 1.2, \quad K_\tau = 5.464$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4.329E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 3.544E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.2, \quad \lambda_w = 0.562, \quad \tau_{cr} = 648.8, \quad C = 3004.7$$

$$M_{Ed} = -8.507E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.486E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.342$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = V<sub>pl,Rd</sub> = 4.535E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.332, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.348, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.305$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Sezione C6 SM**

Caratteristiche generali

**Dati principali**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Altezza della sezione di acciaio | 1000 mm  |
| Piattabanda superiore            | 700x50 mm  |
| Piattabanda inferiore            | 1100x60 mm   |
| Anima                            | 18x890 mm, Inclinazione: 0   |
| Soletta                          | 4000x230 mm  |
| Raccordo                         | 600x70 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)              |
| Armatura superiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm |
| Armatura inferiore               | diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 70 mm |
| Pioli                            | diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 20/m                              |

#### Irrigidenti verticali

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Interasse | 5000 mm           |
| Tipo      | R da un solo lato |
| Piatto 1  | 250x25 mm         |
| Piatto 2  | ---               |

#### Caratteristiche geometriche lorde

|                                     | Fase 1    | Fase 2a   | Fase 2b   | Fase 2c   | Fase 3    | Fessurata |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A (mm <sup>2</sup> )                | 1.17E+5   | 1.823E+5  | 1.848E+5  | 1.823E+5  | 2.769E+5  | 1.251E+5  |
| z <sub>G</sub> (mm)                 | 377.671   | 667.363   | 674.547   | 667.363   | 844.225   | 430.553   |
| J <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> )   | 2.181E+10 | 4.952E+10 | 5.021E+10 | 4.952E+10 | 6.663E+10 | 2.693E+10 |
| W <sub>y,0</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -5.775E+7 | -7.421E+7 | -7.444E+7 | -7.421E+7 | -7.892E+7 | -6.254E+7 |
| W <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | -6.866E+7 | -8.154E+7 | -8.171E+7 | -8.154E+7 | -8.496E+7 | -7.267E+7 |
| W <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 3.811E+7  | 1.752E+8  | 1.823E+8  | 1.752E+8  | 6.299E+8  | 5.184E+7  |
| W <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 3.505E+7  | 1.489E+8  | 1.543E+8  | 1.489E+8  | 4.277E+8  | 4.729E+7  |
| W <sub>y,5</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.23E+8   | 1.27E+8   | 1.23E+8   | 2.951E+8  | 4.211E+7  |
| W <sub>y,6</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 1.048E+8  | 1.079E+8  | 1.048E+8  | 2.253E+8  | 3.796E+7  |
| W <sub>y,7</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 8.357E+7  | 8.577E+7  | 8.357E+7  | 1.603E+8  | 3.246E+7  |
| W <sub>y,8</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 1E+300    | 7.828E+7  | 8.028E+7  | 7.828E+7  | 1.462E+8  | 3.097E+7  |
| S <sub>y,1</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.295E+7  | 4.207E+7  | 4.254E+7  | 4.207E+7  | 5.374E+7  | 2.644E+7  |
| S <sub>y,2</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.385E+7  | 4.539E+7  | 4.594E+7  | 4.539E+7  | 5.927E+7  | 2.767E+7  |
| S <sub>y,3</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 2.091E+7  | 4.467E+7  | 4.526E+7  | 4.467E+7  | 5.917E+7  | 2.524E+7  |
| S <sub>y,4</sub> (mm <sup>3</sup> ) | 0E+00     | 3.39E+7   | 3.474E+7  | 3.39E+7   | 5.46E+7   | 6.188E+6  |
| n <sub>E</sub>                      | 1E+300    | 16.08     | 15.39     | 16.08     | 6.06      | 1E+300    |

#### Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

#### Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

| Componenti                                      | N <sub>pl</sub> (N) | z <sub>N</sub> (mm) | z <sub>max</sub> (mm) | z <sub>min</sub> (mm) |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Strato di calcestruzzo superiore                | 3.344E+6            | 1280.25             | 1300                  | 1260.5                |
| Strato di calcestruzzo intermedio alle armature | 1.007E+7            | 1200                | 1259.5                | 1140.5                |
| Strato di calcestruzzo inferiore                | 5.884E+6            | 1104.75             | 1139.5                | 1070                  |
| Strato di armatura superiore                    | 1.574E+6            | 1260                | 1260.5                | 1259.5                |
| Strato di armatura inferiore                    | 1.574E+6            | 1140                | 1140.5                | 1139.5                |
| Raccordo in cls                                 | 0E+00               | 1034.1              | 1070                  | 1000                  |
| Flangia superiore della trave di acciaio        | 1.117E+7            | 975                 | 1000                  | 950                   |
| Anima della trave di acciaio                    | 5.416E+6            | 505                 | 950                   | 60                    |
| Flangia inferiore della trave di acciaio        | 2.106E+7            | 30                  | 60                    | 0                     |
| Compressione ultima per la sezione completa     | -6.009E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione completa         | 4.079E+7            |                     |                       |                       |
| Compressione ultima per la sezione senza anima  | -5.467E+7           |                     |                       |                       |
| Trazione ultima per la sezione senza anima      | 3.537E+7            |                     |                       |                       |

#### Classificazione delle piattabande

|                   | c/t   | ε     | Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) |
|-------------------|-------|-------|--|--|
| Flangia superiore | 6.82  | 0.838 | 1  | 0  |
| Flangia inferiore | 9.017 | 0.838 | 3  | 1  |

#### Classificazione dell'anima

|  | c/t    | ε     | α | ψ      | classe |
|--|--------|-------|---|--------|--------|
| Flessione semplice con fibre tese superiori (M+) | 49.444 | 0.814 | 0 | -1.402 | 1      |
| Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-) | 49.444 | 0.814 | 0 | -0.135 | 1      |

|                           |        |       |   |   |   |
|---------------------------|--------|-------|---|---|---|
| Compressione semplice (N) | 49.444 | 0.814 | 1 | 1 | 4 |
|---------------------------|--------|-------|---|---|---|

### Diagrammi di interazione

| Sezione composta completa |           |               |
|---------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                    | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                     | 1.685E+4  | 58.11         |
| -6.009E+3                 | 2.066E+4  | 444.65        |
| -1.202E+4                 | 2.158E+4  | 938.34        |
| -1.803E+4                 | 2.09E+4   | 963.13        |
| -2.404E+4                 | 2.015E+4  | 976.59        |
| -3.004E+4                 | 1.931E+4  | 990.04        |
| -3.605E+4                 | 1.828E+4  | 1088.43       |
| -4.206E+4                 | 1.661E+4  | 1140.04       |
| -4.807E+4                 | 1.471E+4  | 1194.21       |
| -5.408E+4                 | 1.239E+4  | 1259.65       |
| -6.009E+4                 | 9.828E+3  | 1300          |
| 0E+00                     | -2.732E+4 | 965.99        |
| -6.009E+3                 | -2.802E+4 | 952.54        |
| -1.202E+4                 | -2.768E+4 | 549.4         |
| -1.803E+4                 | -2.442E+4 | 59.93         |
| -2.404E+4                 | -1.968E+4 | 51.36         |
| -3.004E+4                 | -1.489E+4 | 42.8          |
| -3.605E+4                 | -1.005E+4 | 34.24         |
| -4.206E+4                 | -5.159E+3 | 25.68         |
| -4.807E+4                 | -2.151E+2 | 17.12         |
| -5.408E+4                 | 4.781E+3  | 8.56          |
| -6.009E+4                 | 9.828E+3  | 0             |
| 0E+00                     | 1.685E+4  | 58.11         |
| 4.079E+3                  | 1.363E+4  | 52.3          |
| 8.157E+3                  | 1.039E+4  | 46.49         |
| 1.224E+4                  | 7.12E+3   | 40.68         |
| 1.631E+4                  | 3.831E+3  | 34.87         |
| 2.039E+4                  | 5.179E+2  | 29.05         |
| 2.447E+4                  | -2.819E+3 | 23.24         |
| 2.855E+4                  | -6.179E+3 | 17.43         |
| 3.263E+4                  | -9.563E+3 | 11.62         |
| 3.671E+4                  | -1.297E+4 | 5.81          |
| 4.079E+4                  | -1.64E+4  | 0             |
| 0E+00                     | -2.732E+4 | 965.99        |
| 4.079E+3                  | -2.681E+4 | 975.12        |
| 8.157E+3                  | -2.626E+4 | 984.25        |
| 1.224E+4                  | -2.567E+4 | 993.38        |
| 1.631E+4                  | -2.496E+4 | 1083.27       |
| 2.039E+4                  | -2.388E+4 | 1131.45       |
| 2.447E+4                  | -2.268E+4 | 1143.46       |
| 2.855E+4                  | -2.136E+4 | 1191.63       |
| 3.263E+4                  | -1.984E+4 | 1239.81       |
| 3.671E+4                  | -1.817E+4 | 1260.27       |
| 4.079E+4                  | -1.64E+4  | 1300          |

| Sezione composta senza anima |           |               |
|------------------------------|-----------|---------------|
| N (kN)                       | M (kNm)   | $z_{pl}$ (mm) |
| 0E+00                        | 1.44E+4   | 50.39         |
| -5.467E+3                    | 1.872E+4  | 58.18         |
| -1.093E+4                    | 1.926E+4  | 959.38        |
| -1.64E+4                     | 1.86E+4   | 971.62        |
| -2.187E+4                    | 1.787E+4  | 983.86        |
| -2.734E+4                    | 1.707E+4  | 996.1         |
| -3.28E+4                     | 1.588E+4  | 1114.02       |
| -3.827E+4                    | 1.429E+4  | 1142.43       |
| -4.374E+4                    | 1.249E+4  | 1207.01       |
| -4.921E+4                    | 1.033E+4  | 1259.82       |
| -5.467E+4                    | 7.99E+3   | 1300          |
| 0E+00                        | -2.48E+4  | 978.12        |
| -5.467E+3                    | -2.549E+4 | 965.88        |
| -1.093E+4                    | -2.613E+4 | 953.64        |
| -1.64E+4                     | -2.328E+4 | 54.52         |
| -2.187E+4                    | -1.894E+4 | 46.73         |
| -2.734E+4                    | -1.456E+4 | 38.95         |
| -3.28E+4                     | -1.013E+4 | 31.16         |
| -3.827E+4                    | -5.665E+3 | 23.37         |
| -4.374E+4                    | -1.156E+3 | 15.58         |
| -4.921E+4                    | 3.396E+3  | 7.79          |
| -5.467E+4                    | 7.99E+3   | 0             |
| 0E+00                        | 1.44E+4   | 50.39         |
| 3.537E+3                     | 1.159E+4  | 45.35         |
| 7.074E+3                     | 8.753E+3  | 40.31         |
| 1.061E+4                     | 5.901E+3  | 35.27         |
| 1.415E+4                     | 3.03E+3   | 30.24         |
| 1.769E+4                     | 1.424E+2  | 25.2          |
| 2.122E+4                     | -2.763E+3 | 20.16         |
| 2.476E+4                     | -5.687E+3 | 15.12         |
| 2.83E+4                      | -8.629E+3 | 10.08         |
| 3.183E+4                     | -1.159E+4 | 5.04          |
| 3.537E+4                     | -1.457E+4 | 0             |
| 0E+00                        | -2.48E+4  | 978.12        |
| 3.537E+3                     | -2.431E+4 | 986.03        |
| 7.074E+3                     | -2.379E+4 | 993.95        |
| 1.061E+4                     | -2.319E+4 | 1079.88       |
| 1.415E+4                     | -2.228E+4 | 1121.66       |
| 1.769E+4                     | -2.125E+4 | 1140.14       |
| 2.122E+4                     | -2.017E+4 | 1169.05       |
| 2.476E+4                     | -1.894E+4 | 1210.83       |
| 2.83E+4                      | -1.757E+4 | 1252.61       |
| 3.183E+4                     | -1.61E+4  | 1260.44       |
| 3.537E+4                     | -1.457E+4 | 1300          |

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00   | -2.56E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00   | -1.68E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 4.52E-3 | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 9.46E+4 | 2.48E+6  | 0E+00  |
| Totale   | 4.52E-3 | 9.46E+4 | -1.77E+6 | 0E+00  |

Pressoflessione - Analisi plastica

**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 49.44 | 965.99               | -0.02 | -0.51 | 1      |
| Piattabanda superiore | 6.82  |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 9.02  |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.765E+6 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.079E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.765E+6 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.065     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.065     |

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | 0                     | 0              | 2.8                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -20.2                 | -51.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | 0                     | 0              | 15.5                  | 76.5           | 24.6     | 0.063          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -16.1                 | -44.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -16.1    | 0                     | 0              | 11                    | 65.4           | 21       | 0.054          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.9                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.9     | 0                     | 0              | 1.4                   | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>4</sub> | -73.1 | -11.3                 | -35.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -84.4    | 0                     | 0              | 5.8                   | 52.5           | -56.3    | 0.176          |
| σ <sub>3</sub> | -67.3 | -9.6                  | -32.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -76.9    | 0                     | 0              | 3.9                   | 47.9           | -51.9    | 0.163          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 37.3  | 20.7                  | 23.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 58       | 0                     | 0              | -29.2                 | -34.2          | 26.4     | 0.083          |
| σ <sub>0</sub> | 44.4  | 22.7                  | 26.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 67.1     | 0                     | 0              | -31.5                 | -39.7          | 31.6     | 0.099          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.176 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.34 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.85 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1.46 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0.54 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=49.444 > 31/\eta * \epsilon_w *(K_\tau)^{0.5}=49.143 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub> = 3.582E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=5.618, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.467$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=3.566E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=3.585E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=1.195, \quad \lambda_w=0.695, \quad \tau_{cr}=424.9, \quad C=3346.8$$

$$M_{Ed}=-1.765E+6 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=-2.48E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=0.071$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub> = 3.753E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub> = min(V<sub>pl,Rd</sub>, V<sub>b,Rd</sub>) = 3.582E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.026, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.027, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.065$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)**

**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -2.56E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.68E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 4.52E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.69E+6 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -5.53E+5 | -9.36E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 4.52E-3 | -5.53E+5 | -1.53E+7 | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 49.44 | 965.99               | -0.02 | -1.99 | 1      |
| Piattabanda superiore | 6.82  |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 9.02  |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.529E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.079E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.529E+7 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.56      | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.56      |

VERIFICA SODDISFATTA

**Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | -1.9                  | 0              | -10.6                 | 0              | -13.8    | 0.652          |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -20.2                 | -51.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | -10.5                 | -51.9          | -58.4                 | -288.3         | -89.1    | 0.228          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -16.1                 | -44.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -16.1    | -7.5                  | -44.4          | -41.5                 | -246.6         | -65.1    | 0.166          |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.9                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.9     | -0.9                  | 0              | -5.2                  | 0              | -7       | 0.332          |
| σ <sub>4</sub> | -73.1 | -11.3                 | -35.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -84.4    | -3.9                  | -35.6          | -21.9                 | -197.9         | -110.3   | 0.346          |
| σ <sub>3</sub> | -67.3 | -9.6                  | -32.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -76.9    | -2.7                  | -32.5          | -14.9                 | -180.6         | -94.4    | 0.296          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 37.3  | 20.7                  | 23.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 58       | 19.8                  | 23.2           | 110.2                 | 128.8          | 188      | 0.589          |
| σ <sub>0</sub> | 44.4  | 22.7                  | 26.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 67.1     | 21.4                  | 26.9           | 118.6                 | 149.7          | 207      | 0.649          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.652 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.34 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.85 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -13.81 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -7.03 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 49.444 > 31/\eta_1 * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.143 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$



Resistenza a taglio Shear buckling:  $V_{b,Rd} = 3.582E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$a/h_w = 5.618, \eta = 1.2, K_\tau = 5.467$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 3.566E+6 \text{ N, contributo flange: } V_{bf,Rd} = 2.233E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 1.195, \lambda_w = 0.695, \tau_{cr} = 424.9, C = 3346.8$$

$$M_{Ed} = -1.529E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd} = -2.48E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.617$$

Resistenza plastica:  $V_{pl,Rd} = 3.753E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio:  $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 3.582E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.154, (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.155, \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.56$$

### Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

### Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmax)

#### Sollecitazioni (Comb. Vmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00   | -2.56E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00   | -1.68E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 4.52E-3 | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | -1.69E+6 | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | 8.13E+5 | -6.82E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 4.52E-3 | 8.13E+5 | -1.28E+7 | 0E+00  |

### Pressoflessione - Analisi plastica

#### Classificazione della sezione (Comb. Vmax)

|                       | c/t   | z <sub>pl</sub> (mm) | α     | ψ     | Classe |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|--------|
| Anima                 | 49.44 | 965.99               | -0.02 | -1.75 | 1      |
| Piattabanda superiore | 6.82  |                      |       |       | 1      |
| Piattabanda inferiore | 9.02  |                      |       |       | 1      |
| classe della sezione  |       |                      |       |       | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

#### Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmax)

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.275E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.079E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.275E+7 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.467     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.467     |

VERIFICA SODDISFATTA

### Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

#### Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmax)

|                | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0    | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | -1.9                  | 0              | -7.7                  | 0              | -10.9    | 0.517          |
| σ <sub>7</sub> | 0    | -20.2                 | -51.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | -10.5                 | -51.9          | -42.5                 | -210           | -73.2    | 0.187          |
| σ <sub>6</sub> | 0    | -16.1                 | -44.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -16.1    | -7.5                  | -44.4          | -30.3                 | -179.6         | -53.8    | 0.138          |
| σ <sub>5</sub> | 0    | -0.9                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.9     | -0.9                  | 0              | -3.8                  | 0              | -5.6     | 0.265          |

|            |       |       |       |   |   |   |   |       |      |       |       |        |        |       |
|------------|-------|-------|-------|---|---|---|---|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|
| $\sigma_4$ | -73.1 | -11.3 | -35.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | -84.4 | -3.9 | -35.6 | -15.9 | -144.2 | -104.3 | 0.327 |
| $\sigma_3$ | -67.3 | -9.6  | -32.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | -76.9 | -2.7 | -32.5 | -10.8 | -131.5 | -90.4  | 0.283 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0    | 0     | 0     | 0      | 0      | 0     |
| $\sigma_1$ | 37.3  | 20.7  | 23.2  | 0 | 0 | 0 | 0 | 58    | 19.8 | 23.2  | 80.2  | 93.8   | 158.1  | 0.495 |
| $\sigma_0$ | 44.4  | 22.7  | 26.9  | 0 | 0 | 0 | 0 | 67.1  | 21.4 | 26.9  | 86.4  | 109    | 174.8  | 0.548 |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.548 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.34 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.85 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -10.94 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -5.61 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 49.444 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 49.143 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling:  **$V_{b,Rd} = 3.582E+6$  N**

Essendo:

$a/h_w = 5.618, \eta = 1.2, K_\tau = 5.467$   
 contributo anima:  $V_{bw,Rd} = 3.566E+6$  N, contributo flange:  $V_{bf,Rd} = 2.651E+5$  N  
 $\chi_w = 1.195, \lambda_w = 0.695, \tau_{cr} = 424.9, C = 3346.8$   
 $M_{Ed} = -1.275E+7$  Nm,  $M_{f,Rd} = -2.48E+7$  Nm,  $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.514$

Resistenza plastica:  **$V_{pl,Rd} = 3.753E+6$  N**

Resistenza a taglio:  **$V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 3.582E+6$  N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.227, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.228, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.467$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

**Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Vmin)**

**Sollecitazioni (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -2.56E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.68E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 4.52E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b       | 0E+00   | -8.13E+5 | -6.92E+6 | 0E+00  |
| Totale   | 4.52E-3 | -8.13E+5 | -1.12E+7 | 0E+00  |

**Pressoflessione - Analisi plastica**

**Classificazione della sezione (Comb. Vmin)**

|                       | c/t   | $z_{pl}$ (mm) | $\alpha$ | $\psi$ | Classe |
|-----------------------|-------|---------------|----------|--------|--------|
| Anima                 | 49.44 | 965.99        | -0.02    | -1.59  | 1      |
| Piattabanda superiore | 6.82  |               |          |        | 1      |
| Piattabanda inferiore | 9.02  |               |          |        | 1      |
| classe della sezione  |       |               |          |        | 1      |

Analisi plastica: APPLICABILE

**Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Vmin)**

| Azione assiale                   |          | Flessione semplice               |           | Interazione N/M                  |           |
|----------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
| N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.116E+7 | N <sub>Ed</sub> (N)              | 4.523E-3  |
| N <sub>Rd</sub> (N)              | 4.079E+7 | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 | M <sub>Ed</sub> (Nm)             | -1.116E+7 |
|                                  |          |                                  |           | M <sub>Rd</sub> (Nm)             | -2.732E+7 |
| N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> | 0        | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.409     | M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> | 0.409     |
| VERIFICA SODDISFATTA             |          |                                  |           |                                  |           |

*Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde*

**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Vmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 2 tot | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess. | F. 3b<br>Fess. | F. 3 tot | η <sub>1</sub> |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3     | 0                     | 0              | -7.8                  | 0              | -9.1     | 0.432          |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -20.2                 | -51.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -20.2    | 0                     | 0              | -43.2                 | -213           | -63.3    | 0.162          |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -16.1                 | -44.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -16.1    | 0                     | 0              | -30.7                 | -182.2         | -46.8    | 0.12           |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.9                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.9     | 0                     | 0              | -3.9                  | 0              | -4.7     | 0.223          |
| σ <sub>4</sub> | -73.1 | -11.3                 | -35.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -84.4    | 0                     | 0              | -16.2                 | -146.2         | -100.6   | 0.315          |
| σ <sub>3</sub> | -67.3 | -9.6                  | -32.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -76.9    | 0                     | 0              | -11                   | -133.4         | -87.8    | 0.275          |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0        | 0              |
| σ <sub>1</sub> | 37.3  | 20.7                  | 23.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 58       | 0                     | 0              | 81.4                  | 95.2           | 139.4    | 0.437          |
| σ <sub>0</sub> | 44.4  | 22.7                  | 26.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 67.1     | 0                     | 0              | 87.6                  | 110.6          | 154.7    | 0.485          |

Massimo coefficiente di utilizzo: 0.485 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1.34 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0.85 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -9.14 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -4.72 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Resistenza a taglio**

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=49.444 > 31/\eta * \epsilon_w *(K_\tau)^{0.5}=49.143 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V<sub>b,Rd</sub>=3.582E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=5.618, \quad \eta=1.2, \quad K_\tau=5.467$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=3.566E+6 \text{ N, } \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=2.873E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=1.195, \quad \lambda_w=0.695, \quad \tau_{cr}=424.9, \quad C=3346.8$$

$$M_{Ed}=-1.116E+7 \text{ Nm, } M_{f,Rd}=-2.48E+7 \text{ Nm, } M_{Ed}/M_{f,Rd}=0.45$$

Resistenza plastica: **V<sub>pl,Rd</sub>=3.753E+6 N**

Resistenza a taglio: **V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>pl,Rd</sub>, V<sub>b,Rd</sub>)=3.582E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.227, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0.228, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0.409$$

**Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)**

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE



### 9.1.2 SLE – "WEB BREATHING"

La verifica volta alla limitazione della snellezza dei singoli pannelli non è necessaria in quanto, secondo *EN 1993.2*, cap. 7.4 (2) si ha:

$$(h/t)_{MAX} = 2000/24 \cong 83 \text{ (concio in appoggio);}$$

Tali valori risultano inferiori al limite utilizzato per i ponti stradali:

$$(h/t)_{lim} = 30 + 4 \times L = 154 \text{ (} L=31 \text{ m).}$$

## 9.2 VERIFICHE A FATICA

### 9.2.1 GENERALITÀ

Le verifiche a fatica vengono effettuate con l'impiego del metodo dei coefficienti  $\lambda$ , associato all'impiego del veicolo a fatica **FLM3** (cfr. istruzioni NTC-18, cap. 4.2.4.1.4.6.3., ovvero EN 1993-2 cap. 9).

In estrema sintesi, il metodo consente di valutare l'oscillazione di sforzo in un dato dettaglio strutturale sulla base del singolo transito di uno specifico modello di carico (**FLM3**), opportunamente calibrato mediante l'applicazione dei fattori equivalenti di danno, in modo da fornire il medesimo impatto del traffico reale.

Si ha pertanto:

$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$  ampiezza escursione tensioni, valutata dalla combinazione di progetto a fatica (comp. non ciclica + comp. ciclica da **FLM3**);

$\Delta\sigma_{E,2} = \lambda \Phi_2 \Delta\sigma_p$  ampiezza equivalente allo spettro di danneggiamento per  $2 \times 10^6$  cicli

con:

$\lambda = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$  fattore equivalente di danno

$\Phi_2$  fattore di amplificazione dinamica (impatto)

Verifica:

$$\gamma_{FF} \Delta\sigma_{E,2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$$

In ottemperanza a quanto previsto dalle istruzioni e dal N.A.D., e nell'ottica del concetto "safe life", si pone:

$$\gamma_{FF} = 1$$

$$\gamma_{Mf} = 1.35 \quad \text{alta conseguenza a seguito della rottura del dettaglio}$$

$$\gamma_{Mf} = 1.15 \quad \text{bassa conseguenza a seguito della rottura del dettaglio}$$

Il valore dei coefficienti  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  viene determinato secondo quanto previsto in EN 1993-2 cap. 9 e EN 1994-2 cap. 6.8.6.2 rispettivamente per i dettagli di carpenteria e per le piolature (in quest'ultimo caso i coefficienti  $\lambda$  verranno indicati con il pedice aggiuntivo "v").

Per l'individuazione delle caratteristiche distintive la tipologia di traffico ed il modello di carico, si fa riferimento a NTC-18, cap. 5, equivalente a EN 1991-2 cap. 4.6.

Con riferimento alla tabella seguente, tratta da *NTC-18 cap. 5*, o indifferentemente da *EN 1991-2, cap. 4.6.1.(3)*, si assume, in mancanza di dettagli più puntuali, che la strada ospitata dalla struttura in esame sia di categoria 1 (alta densità di traffico).

Table 4.5(n) - Indicative number of heavy vehicles expected per year and per slow lane

| Traffic categories |  | $N_{obs}$ per year and per slow lane |
|--------------------|--|--------------------------------------|
| 1                  | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries | $2,0 \times 10^6$                    |
| 2                  | Roads and motorways with medium flow rates of lorries                                  | $0,5 \times 10^6$                    |
| 3                  | Main roads with low flow rates of lorries  | $0,125 \times 10^6$                  |
| 4                  | Local roads with low flow rates of lorries   | $0,05 \times 10^6$                   |

### coefficiente $\lambda_1 - \lambda_{v1}$

Il coefficiente  $\lambda_1$  dipende dalla lunghezza e tipologia della linea di influenza.

Per la verifica dei dettagli di carpenteria (connettori esclusi), esso viene dedotto dai grafici di normativa in funzione della luce della campata e della posizione (zona di mezzeria oppure zona appoggi) in cui si trova la sezione in esame. Note tali informazioni, il coefficiente  $\lambda_1$  viene automaticamente calcolato dal programma *Ponti EC4*.

### coefficiente $\lambda_2 - \lambda_{v2}$

Il coefficiente  $\lambda_2$  dipende dalla tipologia e dal volume di traffico.

Per l'assessment dei dettagli di carpenteria, si fa riferimento a *EN 1993-2 cap. 9.5.2.(3)*. il coefficiente  $\lambda_2$  viene determinato in funzione del flusso atteso di veicoli pesanti ( $N_{obs}$ ), e dal peso medio degli stessi  $Q_{m1}$ , tramite la relazione (\*):

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \left( \frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5}$$

Con:

$N_{obs} = 2 \times 10^6$  flusso medio veicoli pesanti/anno (strada cat 1 - cfr. tab. precedente);




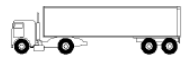

$N_0 = 0.5 \times 10^6$  flusso di riferimento;

$Q_{m1} \Rightarrow$  peso medio dei veicoli, dedotto secondo la composizione di traffico dei "frequent lorries" per strade di collegamento tipo "long distance" (ipotesi cautelativa), e valutato secondo la seguente relazione:

$$Q_{m1} = \left( \frac{\sum n_i Q_i^5}{\sum n_i} \right)^{1/5}$$

Per la  $i$  valori di  $Q_i$  e  $n_i$  si adotta la tabella 4.7 di *EN 1991-2 cap. 4.6.5.(1)*, equivalente alla tabella contenuta in *NTC-08 cap. 5*, e di seguito riportata.

Table 4.7 - Set of equivalent lorries

| VEHICLE TYPE  |                              |                             | TRAFFIC TYPE                   |                                  |                                |                       |
|---|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 1   | 2                            | 3                           | 4                              | 5                                | 6                              | 7                     |
|   | Axle spacing (m)             | Equivalent axle loads (kN)  | Long distance Lorry percentage | Medium distance Lorry percentage | Local traffic Lorry percentage | Wheel type            |
|  | 4,5                          | 70<br>130                   | 20,0                           | 40,0                             | 80,0                           | A<br>B                |
|  | 4,20<br>1,30                 | 70<br>120<br>120            | 5,0                            | 10,0                             | 5,0                            | A<br>B<br>B           |
|  | 3,20<br>5,20<br>1,30<br>1,30 | 70<br>150<br>90<br>90<br>90 | 50,0                           | 30,0                             | 5,0                            | A<br>B<br>C<br>C<br>C |
|  | 3,40<br>6,00<br>1,80         | 70<br>140<br>90<br>90       | 15,0                           | 15,0                             | 5,0                            | A<br>B<br>B<br>B      |
|  | 4,80<br>3,60<br>4,40<br>1,30 | 70<br>130<br>90<br>80<br>80 | 10,0                           | 5,0                              | 5,0                            | A<br>B<br>C<br>C<br>C |

Si ottiene pertanto:

$$Q_{ml} = 445.4 \text{ kN}$$

$$\lambda_2 = 1.224$$

Per la verifica dei connettori, si adotta quanto previsto in EN 1994-2 6.8.6.2.(4), sostituendo l'esponente 1/5 con 1/8 nelle relazioni precedentemente esposte.

Si ha pertanto:

$$Q_{ml} = 457.4 \text{ kN}$$

$$\lambda_{v2} = 1.133$$

**coefficiente  $\lambda_3 - \lambda_{v3}$**

Il coefficiente  $\lambda_3$  dipende dalla vita di progetto della struttura.

Per i dettagli di carpenteria, con riferimento a EN 1993-2 cap. 9.5.2.(5), mediante la relazione:

$$\lambda_3 = \left( \frac{t_{Ld}}{100} \right)^{1/5}$$

$t_{Ld}$  = vita di progetto prevista.

Si ottengono pertanto i valori tabellari indicati di seguito.

Table 9.2:  $\lambda_3$

| Design life in years | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100  | 120   |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Factor $\lambda_3$   | 0,871 | 0,903 | 0,931 | 0,956 | 0,979 | 1,00 | 1,037 |

Per la vita di progetto di 100 anni, si ottiene:

$$\lambda_3 = 1.00;$$



Per la verifica dei connettori, la sostituzione dell'esponente 1/5 on 1/8 porta in questo caso al seguente valore:

$$\lambda_{v3} = 0.917$$

#### **coefficiente $\lambda_4$ - $\lambda_{v4}$**

Il coefficiente  $\lambda_4$  dipende dall'organizzazione delle corsie di carico in direzione trasversale, e dalla loro posizione relativa sulla linea di influenza trasversale di ciascuna trave.

La formulazione, tratta da *EN 1993-2 cap. 9.5.3.(6)*, prevede:

$$\lambda_4 = \left[ 1 + \frac{N_2}{N_1} \left( \frac{\eta_2 Q_{m2}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \frac{N_3}{N_1} \left( \frac{\eta_3 Q_{m3}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \dots + \frac{N_k}{N_1} \left( \frac{\eta_k Q_{mk}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 \right]^{1/5}$$

Nel caso in esame si ha:

$k = 1$  (numero corsie pesanti);

Pertanto, si ha:

$$\lambda_4, \lambda_{v4} = 1$$

#### **coefficiente $\lambda$ - $\lambda_v$**

Il fattore equivalente di danno è limitato superiormente da fattore  $\lambda_{max}$ , da valutarsi secondo quanto previsto in *EN 1993-2 cap. 9.5.2.(7)* ovvero in questo caso:

$$\lambda_{max} = 2.0.$$

### 9.2.2 AMPLIFICAZIONE DINAMICA

Con riferimento a quanto previsto in *EN 1991-2*, il fattore di amplificazione dinamica è già incluso nella calibrazione del modello di carico *FLM3*.

Come indicato dalla norma si considera il fattore di impatto per le zone in prossimità dei giunti secondo i criteri indicati al cap. 4.6.1.(6), funzione della distanza dal giunto stesso:

$$\Phi = 1.3 \times (1 - D/26)$$

dove  $D < 6$  m è la distanza dal giunto.

Per la struttura in esame, si è operato nel seguente modo:

- $\Phi = 1.27$  per i conci di riva per la presenza dei giunti di dilatazione ( $D=0.60$  m);
- $\Phi = 1.0$  per i rimanenti conci.

### 9.2.3 DETTAGLI E COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Per la verifica a fatica dei *dettagli di carpenteria*, si prendono in esame i dettagli di seguito elencati unitamente alla categoria/num. dettaglio dedotti dalle rispettive tabelle di EN 1993-1-9:

*Piattabande superiori - tensioni normali* ⇒ categoria/dettaglio: **80/12** (tab. 8.1 EN 1993-1-9);

*Piattabande inferiori - tensioni normali* ⇒ categoria/dettaglio: **112/8** (tab. 8.1 EN 1993-1-9);

*Anima - tensioni tangenziali* ⇒ categoria/dettaglio: **100/6** (tab. 8.1 EN 1993-1-9);

*Saldatura composizione anima-piattabande* ⇒ categoria/dettaglio: **71/9** (tab. 8.2 EN 1993-1-9);

*Saldatura di testa piatt inf. e sup.* ⇒ categoria/dettaglio: **112/7<sup>(\*)</sup>** (tab. 8.3 EN 1993-1-9);

*Attacco irr. vert. - piattabande* ⇒ categoria/dettaglio: **80/6<sup>(\*\*)</sup>** (tab. 8.4 EN 1993-1-9);

*Attacco irr. vert. - anima* ⇒ categoria/dettaglio: **80/7<sup>(\*\*)</sup>** (tab. 8.4 EN 1993-1-9).

(\*) si conteggia il *size effect*  $k_s = (25/t)^{0.2}$

(\*\*)  $t < 50$  mm in tutti i casi.

Per la verifica a fatica delle **piolature** si seguono i criteri generali contenuti in EN 1994-2. Vengono presi in esame i seguenti dettagli (EN 1993-1-9- cap. 8.):

*Saldatura piolo - rottura piattabanda* ⇒ categoria/dettaglio: **80/9<sup>(\*)</sup>** (tab. 8.4 EN 1993-1-9);

*Saldatura piolo - rottura piolo* ⇒ categoria/dettaglio: **90/10**.

Il ciclo di verifica segue quanto previsto in EN 1994-2 cap. 6.8.7.2.(2), comprendendo la verifica separata per rottura del piolo e per rottura della piattabanda.

Per le piattabande in tensione si tiene conto dell'interazione dei due fenomeni, sfruttando la relazione:

$$\frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}} + \frac{\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}} \leq 1.3$$

$$\frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}} \leq 1.0 \quad \frac{\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}} \leq 1.0$$

Per tutti i dettagli, nell'ambito dell'approccio "safe life", si adotteranno i seguenti coefficienti di sicurezza:

$\gamma_{Mf} = 1.35$  per tutti i dettagli di carpenteria

$\gamma_{Mf} = 1.15$  per la rottura del piolo.

9.2.4 REPORT DEI DETTAGLI DI CARPENTERIA

Come accennato nei capitoli introdottivi, l'ampiezza dei  $\Delta\sigma_p$  di tensione viene calcolata sulla base di  $\sigma_{max}$  e  $\sigma_{min}$  derivanti dalla combinazione di carico a fatica, elaborata con riferimento a EN 1992-1-1 cap. 6.8.3.(2), che prevede la sovrapposizione di una componente non ciclica delle sollecitazioni, derivata dalla combinazione *SLE* frequente, con la componente ciclica, derivata dall'inviluppo delle sollecitazioni dovute al transito del veicolo *FLM3*.

Le verifiche vengono effettuate in automatico dal programma *Ponti EC4* per le categorie di dettaglio indicate al punto precedente.

Relativamente alle sollecitazioni di input, il programma gestisce in automatico le sollecitazioni derivanti dalla combinazione *SLE* frequente, elaborata come d'uso per *Mmax/min* e *Vmax/min*, sovrapponendole alle sollecitazioni derivanti dall'inviluppo per *Mmax/min* *Vmax/min* derivanti dal transito di *FLM3*, con l'obiettivo di estrarre il massimo valore di ampiezza di  $\Delta\sigma_p$ . Il programma procede quindi al calcolo dei  $\Delta\sigma_E$ , tramite applicazione dei coefficienti  $\lambda$ , ed al confronto del valore calcolato con i  $\Delta\sigma_c$  tabellari, opportunamente modificati mediante l'applicazione del *size effect*  $k_s$ , quando rilevante, e del coefficiente di sicurezza  $\gamma_{Mf}$ .

La tabella seguente riporta, per tutte le sezioni esaminate, il valore del rapporto di sfruttamento a fatica:

$$\eta = \gamma_{FF} \Delta\sigma_E / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf})$$

| Sezione | X (m) | Combinazione      | P sup | P inf | Web   | Filop-Filop | P inf-P inf | Web-P sup | Web-P inf | Irrv-Web | Irrv-P sup | Irrv-P inf |
|---------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| C1_S0   | 0     | SL fatica., M max | 0.003 | 0.014 | 0.618 | 0.002       | 0.02        | 0.002     | 0.021     | 0.019    | 0.002      | 0.019      |
| C1_S0   | 0     | SL fatica., M min | 0.003 | 0.014 | 0.618 | 0.002       | 0.02        | 0.002     | 0.021     | 0.019    | 0.002      | 0.019      |
| C1_S0   | 0     | SL fatica., V max | 0.002 | 0.012 | 0.883 | 0.002       | 0.017       | 0.002     | 0.017     | 0.015    | 0.002      | 0.015      |
| C1_S0   | 0     | SL fatica., V min | 0.002 | 0.012 | 0.883 | 0.002       | 0.017       | 0.002     | 0.017     | 0.015    | 0.002      | 0.015      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., M max | 0.12  | 0.635 | 0.246 | 0.089       | 0.919       | 0.101     | 0.946     | 0.839    | 0.089      | 0.839      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., M min | 0.12  | 0.635 | 0.246 | 0.089       | 0.919       | 0.101     | 0.946     | 0.839    | 0.089      | 0.839      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., V max | 0.045 | 0.238 | 0.493 | 0.033       | 0.345       | 0.038     | 0.355     | 0.315    | 0.034      | 0.315      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., V min | 0.045 | 0.238 | 0.493 | 0.033       | 0.345       | 0.038     | 0.355     | 0.315    | 0.034      | 0.315      |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., M max | 0.149 | 0.645 | 0.16  | 0.197       | 0.768       | 0.132     | 0.946     | 0.84     | 0.117      | 0.84       |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., M min | 0.149 | 0.645 | 0.16  | 0.197       | 0.768       | 0.132     | 0.946     | 0.84     | 0.117      | 0.84       |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., V max | 0.002 | 0.009 | 0.6   | 0.003       | 0.011       | 0.002     | 0.013     | 0.012    | 0.002      | 0.012      |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., V min | 0.002 | 0.009 | 0.6   | 0.003       | 0.011       | 0.002     | 0.013     | 0.012    | 0.002      | 0.012      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., M max | 0.526 | 0.547 | 0.204 | 0.39        | 0.601       | 0.506     | 0.776     | 0.688    | 0.449      | 0.688      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., M min | 0.526 | 0.547 | 0.204 | 0.39        | 0.601       | 0.506     | 0.776     | 0.688    | 0.449      | 0.688      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., V max | 0.012 | 0.044 | 0.466 | 0.009       | 0.048       | 0.008     | 0.064     | 0.057    | 0.007      | 0.057      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., V min | 0.012 | 0.044 | 0.466 | 0.009       | 0.048       | 0.008     | 0.064     | 0.057    | 0.007      | 0.057      |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., M max | 0.323 | 0.249 | 0.047 | 0.275       | 0.297       | 0.341     | 0.37      | 0.328    | 0.303      | 0.328      |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., M min | 0.323 | 0.249 | 0.047 | 0.275       | 0.297       | 0.341     | 0.37      | 0.328    | 0.303      | 0.328      |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., V max | 0.229 | 0.176 | 0.317 | 0.195       | 0.21        | 0.242     | 0.262     | 0.233    | 0.214      | 0.233      |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., V min | 0.229 | 0.176 | 0.317 | 0.195       | 0.21        | 0.242     | 0.262     | 0.233    | 0.214      | 0.233      |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., M max | 0.441 | 0.484 | 0.246 | 0.482       | 0.577       | 0.421     | 0.688     | 0.611    | 0.374      | 0.611      |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., M min | 0.441 | 0.484 | 0.246 | 0.482       | 0.577       | 0.421     | 0.688     | 0.611    | 0.374      | 0.611      |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., V max | 0.007 | 0.026 | 0.537 | 0.007       | 0.031       | 0.005     | 0.038     | 0.034    | 0.004      | 0.034      |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., V min | 0.007 | 0.026 | 0.537 | 0.007       | 0.031       | 0.005     | 0.038     | 0.034    | 0.004      | 0.034      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., M max | 0.153 | 0.586 | 0.032 | 0.168       | 0.698       | 0.107     | 0.858     | 0.761    | 0.095      | 0.761      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., M min | 0.153 | 0.586 | 0.032 | 0.168       | 0.698       | 0.107     | 0.858     | 0.761    | 0.095      | 0.761      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., V max | 0.014 | 0.052 | 0.423 | 0.015       | 0.061       | 0.009     | 0.076     | 0.067    | 0.008      | 0.067      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., V min | 0.014 | 0.052 | 0.423 | 0.015       | 0.061       | 0.009     | 0.076     | 0.067    | 0.008      | 0.067      |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., M max | 0.165 | 0.639 | 0.217 | 0.231       | 0.761       | 0.126     | 0.936     | 0.831    | 0.112      | 0.831      |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., M min | 0.165 | 0.639 | 0.217 | 0.231       | 0.761       | 0.126     | 0.936     | 0.831    | 0.112      | 0.831      |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., V max | 0     | 0     | 0.743 | 0           | 0           | 0         | 0         | 0        | 0          | 0          |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., V min | 0     | 0     | 0.743 | 0           | 0           | 0         | 0         | 0        | 0          | 0          |

TABELLA 9-9. VERIFICA A FATICA TRAVI PRINCIPALI – OUTPUT SINTETICO

Come si può notare dall'esame della tabella, la sicurezza a fatica dei dettagli di carpenteria appare soddisfatta. Si riportano di seguito i dettagli delle verifiche a fatica condotte.

**Sezione C1 S0**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.55E+5 | 3.46E+4  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | 4.37E+4  | -6.67E+3 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.8                   | 0                            | -0.2                  | 31.7                          | 0.8                    | 31.5                          | -0.2                   | 0.3                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.7                   | 0                            | -0.1                  | 28.3                          | 0.7                    | 28.2                          | -0.1                   | 0.2                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0                     | 0              | -1.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 0     | 0                     | 0              | 24.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.5                   | 0                            | -0.1                  | 24.3                          | 0.5                    | 24.2                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | 0     | 0                     | 0              | 23.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0.5                   | 0                            | -0.1                  | 23.5                          | 0.5                    | 23.4                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 16.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 16.7                          | 0                      | 16.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 0     | 0                     | 0              | -2.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | -0.5                  | 0.1                          | 0.1                   | -2.8                          | -0.5                   | -2.2                          | 0.1                    | 0.6                        |
| $\sigma_0$ | 0     | 0                     | 0              | -3.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | -0.6                  | 0.1                          | 0.1                   | -4.2                          | -0.6                   | -3.6                          | 0.1                    | 0.6                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.4                         | -0.3                  | 0.1                          | 0                     | -0.7                          | -0.7                   | -0.3                          | -0.3                   | 0.5                        |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3                 | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -13.2                        | -12.8                 | 1.6                          | 1.6                   | -39.1                         | -39.1                  | -24.4                         | -24.4                  | 14.8                       |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5                 | -11.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -13.2                        | -14                   | 1.6                          | 1.7                   | -44.8                         | -44.8                  | -30                           | -30                    | 14.8                       |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2                  | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.2                        | -12.8                 | 1.4                          | 1.6                   | -40.4                         | -40.4                  | -27.8                         | -27.8                  | 12.6                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.55E+5 | 3.46E+4  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | 4.37E+4  | -6.67E+3 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0    | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0    | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.8                   | 0                            | -0.2                  | 31.7                          | 0.8                    | 31.5                          | -0.2                   | 0.3                        |
| $\sigma_6$ | 0    | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.7                   | 0                            | -0.1                  | 28.3                          | 0.7                    | 28.2                          | -0.1                   | 0.2                        |

|            |       |       |       |      |   |   |   |   |   |       |       |     |      |       |       |       |       |      |
|------------|-------|-------|-------|------|---|---|---|---|---|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\sigma_5$ | 0     | 0     | 0     | -1.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0   | 0    | -1.6  | 0     | -1.7  | 0     | 0    |
| $\sigma_4$ | 0     | 0     | 0     | 24.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1   | 0.5   | 0   | -0.1 | 24.3  | 0.5   | 24.2  | -0.1  | 0.1  |
| $\sigma_3$ | 0     | 0     | 0     | 23.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0.5   | 0   | -0.1 | 23.5  | 0.5   | 23.4  | -0.1  | 0.1  |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 16.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0   | 0    | 16.7  | 0     | 16.7  | 0     | 0    |
| $\sigma_1$ | 0     | 0     | 0     | -2.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.5  | -0.5  | 0.1 | 0.1  | -2.8  | -0.5  | -2.2  | 0.1   | 0.6  |
| $\sigma_0$ | 0     | 0     | 0     | -3.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.5  | -0.6  | 0.1 | 0.1  | -4.2  | -0.6  | -3.6  | 0.1   | 0.6  |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3  | -0.2  | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.4  | -0.3  | 0.1 | 0    | -0.7  | -0.7  | -0.3  | -0.3  | 0.5  |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3 | -10.1 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13.2 | -12.8 | 1.6 | 1.6  | -39.1 | -39.1 | -24.4 | -24.4 | 14.8 |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5 | -11.1 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13.2 | -14   | 1.6 | 1.7  | -44.8 | -44.8 | -30   | -30   | 14.8 |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2  | -10.1 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -11.2 | -12.8 | 1.4 | 1.6  | -40.4 | -40.4 | -27.8 | -27.8 | 12.6 |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 4.39E+4  | -6.66E+3 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.26E+5 | 2.75E+4  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.2                         | 0.2                   | 0.7                          | 0.7                   | 31.5                          | -0.2                   | 31.7                          | 0.7                    | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0.1                   | 0.6                          | 0.6                   | 28.2                          | -0.1                   | 28.3                          | 0.6                    | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0                     | 0              | -1.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.7                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 0     | 0                     | 0              | 24.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0.1                   | 0.4                          | 0.4                   | 24.2                          | -0.1                   | 24.3                          | 0.4                    | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | 0     | 0                     | 0              | 23.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0                     | 0.4                          | 0.4                   | 23.4                          | -0.1                   | 23.5                          | 0.4                    | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 16.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 16.7                          | 0                      | 16.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 0     | 0                     | 0              | -2.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.4                  | -2.2                          | 0.1                    | -2.7                          | -0.4                   | 0.5                        |
| $\sigma_0$ | 0     | 0                     | 0              | -3.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.5                  | -3.6                          | 0.1                    | -4.1                          | -0.5                   | 0.5                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.6                         | -0.4                  | -0.3                          | -0.3                   | -1                            | -1                     | 0.7                        |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3                 | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.6                   | -19.5                        | -19                   | -24.3                         | -24.3                  | -45.5                         | -45.5                  | 21.1                       |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5                 | -11.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.7                   | -19.5                        | -20.7                 | -30                           | -30                    | -51.2                         | -51.2                  | 21.2                       |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2                  | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.6                   | -16.6                        | -18.9                 | -27.8                         | -27.8                  | -45.8                         | -45.8                  | 18                         |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase | N (N) | V (N) | M (Nm) | T (Nm) |
|------|-------|-------|--------|--------|
|------|-------|-------|--------|--------|

|          |         |          |          |       |
|----------|---------|----------|----------|-------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00 |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00 |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0     |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0     |
| 3b max   | 0E+00   | 4.39E+4  | -6.66E+3 | 0E+00 |
| 3b max   | 0E+00   | -5.26E+5 | 2.75E+4  | 0E+00 |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.2                  | 0.2                          | 0.7                   | 31.5                          | -0.2                   | 31.7                          | 0.7                    | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.1                  | 0.1                          | 0.6                   | 28.2                          | -0.1                   | 28.3                          | 0.6                    | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0                     | 0              | -1.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.7                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 0     | 0                     | 0              | 24.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.1                  | 0.1                          | 0.4                   | 24.2                          | -0.1                   | 24.3                          | 0.4                    | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | 0     | 0                     | 0              | 23.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.1                  | 0                            | 0.4                   | 23.4                          | -0.1                   | 23.5                          | 0.4                    | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 16.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 16.7                          | 0                      | 16.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 0     | 0                     | 0              | -2.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.4                  | -2.2                          | 0.1                    | -2.7                          | -0.4                   | 0.5                        |
| $\sigma_0$ | 0     | 0                     | 0              | -3.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.5                  | -3.6                          | 0.1                    | -4.1                          | -0.5                   | 0.5                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.6                         | -0.4                  | -0.3                          | -0.3                   | -1                            | -1                     | 0.7                        |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3                 | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.6                   | -19.5                        | -19                   | -24.3                         | -24.3                  | -45.5                         | -45.5                  | 21.1                       |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5                 | -11.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.7                   | -19.5                        | -20.7                 | -30                           | -30                    | -51.2                         | -51.2                  | 21.2                       |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2                  | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.6                   | -16.6                        | -18.9                 | -27.8                         | -27.8                  | -45.8                         | -45.8                  | 18                         |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.34 x 1.224 x 1 x 1 = 2.865 > 2 => 2 (Campata)  |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.526 x 1.224 x 1 x 1 = 3.093 (Campata)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 31   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 12.4   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                             | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{ml}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :        | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                             | Vita di progetto in anni:                                   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:                                      | High consequence   |

Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.16                              | 59.259                          | 0.003 |
| Piattabanda inferiore   | 1.169                             | 82.963                          | 0.014 |
| Anima   | 45.779                            | 74.074                          | 0.618 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 0.157                             | 79.992                          | 0.002 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 1.169                             | 57.355                          | 0.02  |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.118                             | 52.593                          | 0.002 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 1.103                             | 52.593                          | 0.021 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 1.103                             | 59.259                          | 0.019 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0.118                             | 59.259                          | 0.002 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 1.103                             | 59.259                          | 0.019 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.16                              | 59.259                          | 0.003 |
| Piattabanda inferiore   | 1.169                             | 82.963                          | 0.014 |
| Anima   | 45.779                            | 74.074                          | 0.618 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 0.157                             | 79.992                          | 0.002 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 1.169                             | 57.355                          | 0.02  |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.118                             | 52.593                          | 0.002 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 1.103                             | 52.593                          | 0.021 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 1.103                             | 59.259                          | 0.019 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0.118                             | 59.259                          | 0.002 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 1.103                             | 59.259                          | 0.019 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.13                              | 59.259                          | 0.002 |
| Piattabanda inferiore   | 0.968                             | 82.963                          | 0.012 |
| Anima   | 65.44                             | 74.074                          | 0.883 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 0.13                              | 79.992                          | 0.002 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 0.968                             | 57.355                          | 0.017 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.097                             | 52.593                          | 0.002 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 0.913                             | 52.593                          | 0.017 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 0.913                             | 59.259                          | 0.015 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0.097                             | 59.259                          | 0.002 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 0.913                             | 59.259                          | 0.015 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.13                              | 59.259                          | 0.002 |
| Piattabanda inferiore   | 0.968                             | 82.963                          | 0.012 |
| Anima   | 65.44                             | 74.074                          | 0.883 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 0.13                              | 79.992                          | 0.002 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 0.968                             | 57.355                          | 0.017 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.097                             | 52.593                          | 0.002 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 0.913                             | 52.593                          | 0.017 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 0.913                             | 59.259                          | 0.015 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0.097                             | 59.259                          | 0.002 |

|   |       |        |       |
|---|-------|--------|-------|
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore | 0.913 | 59.259 | 0.015 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima           |       |        |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima           |       |        |       |

### Sezione C1 S1

#### Verifiche allo stato limite di fatica

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.16E+4  | 2.14E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.27E+5 | -1.64E+6 | 0E+00  |

#### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -1.8                         | 0                     | -0.8                          | 0                      | -2.8                          | 0                      | 2.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -32.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 5.2                   | -10                          | -39.5                 | -13.6                         | -27.5                  | -25                           | -72.2                  | 11.3                       |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.6                 | -27.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.9                          | 4.3                   | -6.8                         | -33.2                 | -10.7                         | -23.1                  | -18.4                         | -60.6                  | 7.7                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.8                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 0.9                        |
| $\sigma_4$ | -90   | -7.7                  | -21.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 3.4                   | -3.1                         | -25.8                 | -97.3                         | -107.9                 | -100.8                        | -137.1                 | 3.5                        |
| $\sigma_3$ | -85.9 | -6.9                  | -20            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 3.2                   | -2.3                         | -24.2                 | -92.4                         | -102.7                 | -95.1                         | -130.1                 | 2.6                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 39.5  | 18.8                  | 20.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.9                         | -3.2                  | 22                           | 24.5                  | 55.4                          | 56.5                   | 80.3                          | 84.2                   | 24.9                       |
| $\sigma_0$ | 46.3  | 20.2                  | 22.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3                           | -3.5                  | 23.3                         | 27.1                  | 63.4                          | 65.2                   | 89.8                          | 95.8                   | 26.4                       |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.2                         | -0.1                  | -0.1                          | -0.1                   | -0.2                          | -0.2                   | 0.2                        |
| $\tau_3$   | -3.7  | -3.1                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 1.1                   | -4.7                         | -4.6                  | -5.6                          | -5.6                   | -11.5                         | -11.5                  | 5.9                        |
| $\tau_2$   | -5    | -3.1                  | -3.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 1.2                   | -4.7                         | -5                    | -7                            | -7                     | -12.9                         | -12.9                  | 5.9                        |
| $\tau_1$   | -4.8  | -2.7                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 1.1                   | -4                           | -4.6                  | -6.5                          | -6.5                   | -11.5                         | -11.5                  | 5                          |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.76 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.49 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.83 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.16E+4  | 2.14E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.27E+5 | -1.64E+6 | 0E+00  |

#### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)

|  | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|--|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
|--|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|



|                |       |       |       |   |   |   |   |   |   | Max  |      | Min  |       | Max   |        | Min    |        |      |
|----------------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2  | 0    | -1.8 | 0     | -0.8  | 0      | -2.8   | 0      | 2.1  |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -14.9 | -32.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3  | 5.2  | -10  | -39.5 | -13.6 | -27.5  | -25    | -72.2  | 11.3 |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -11.6 | -27.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.9  | 4.3  | -6.8 | -33.2 | -10.7 | -23.1  | -18.4  | -60.6  | 7.7  |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.6  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1  | 0    | -0.8 | 0     | -0.5  | 0      | -1.4   | 0      | 0.9  |
| σ <sub>4</sub> | -90   | -7.7  | -21.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4  | 3.4  | -3.1 | -25.8 | -97.3 | -107.9 | -100.8 | -137.1 | 3.5  |
| σ <sub>3</sub> | -85.9 | -6.9  | -20   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3  | 3.2  | -2.3 | -24.2 | -92.4 | -102.7 | -95.1  | -130.1 | 2.6  |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0    |
| σ <sub>1</sub> | 39.5  | 18.8  | 20.2  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.9 | -3.2 | 22   | 24.5  | 55.4  | 56.5   | 80.3   | 84.2   | 24.9 |
| σ <sub>0</sub> | 46.3  | 20.2  | 22.4  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3   | -3.5 | 23.3 | 27.1  | 63.4  | 65.2   | 89.8   | 95.8   | 26.4 |
| τ <sub>4</sub> | 0     | -0.1  | -0.1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | -0.2 | -0.1  | -0.1  | -0.1   | -0.2   | -0.2   | 0.2  |
| τ <sub>3</sub> | -3.7  | -3.1  | -3    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2  | 1.1  | -4.7 | -4.6  | -5.6  | -5.6   | -11.5  | -11.5  | 5.9  |
| τ <sub>2</sub> | -5    | -3.1  | -3.3  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2  | 1.2  | -4.7 | -5    | -7    | -7     | -12.9  | -12.9  | 5.9  |
| τ <sub>1</sub> | -4.8  | -2.7  | -3    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1    | 1.1  | -4   | -4.6  | -6.5  | -6.5   | -11.5  | -11.5  | 5    |
| τ <sub>0</sub> | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.76 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.49 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.83 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 8.43E+4  | -9.07E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.34E+5 | -1.6E+6  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | Δσ, Δτ |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | 0                     | -1.8                         | 0                     | -2                            | 0                      | -2.8                          | 0                      | 0.8    |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -14.9                 | -32.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.5                         | -21.8                 | -9.8                         | -38.6                 | -20.5                         | -54.5                  | -24.7                         | -71.3                  | 4.2    |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -11.6                 | -27.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.8                         | -18.3                 | -6.7                         | -32.4                 | -15.4                         | -45.7                  | -18.3                         | -59.8                  | 2.9    |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.1                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 0.3    |
| σ <sub>4</sub> | -90   | -7.7                  | -21.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -14.2                 | -3.1                         | -25.2                 | -99.4                         | -125.5                 | -100.7                        | -136.4                 | 1.3    |
| σ <sub>3</sub> | -85.9 | -6.9                  | -20            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3                         | -13.3                 | -2.3                         | -23.6                 | -94                           | -119.2                 | -95                           | -129.5                 | 1      |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |
| σ <sub>1</sub> | 39.5  | 18.8                  | 20.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.1                         | 13.5                  | 21.5                         | 23.9                  | 70.4                          | 73.2                   | 79.7                          | 83.6                   | 9.3    |
| σ <sub>0</sub> | 46.3  | 20.2                  | 22.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.9                         | 15                    | 22.7                         | 26.5                  | 79.3                          | 83.7                   | 89.2                          | 95.2                   | 9.9    |
| τ <sub>4</sub> | 0     | -0.1                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.3                         | -0.2                  | 0                             | 0                      | -0.4                          | -0.4                   | 0.4    |
| τ <sub>3</sub> | -3.7  | -3.1                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3                     | -8.7                         | -8.4                  | -3.7                          | -3.7                   | -15.4                         | -15.4                  | 11.8   |
| τ <sub>2</sub> | -5    | -3.1                  | -3.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3.3                   | -8.7                         | -9.2                  | -5                            | -5                     | -16.8                         | -16.8                  | 11.8   |
| τ <sub>1</sub> | -4.8  | -2.7                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.7                          | 3                     | -7.4                         | -8.4                  | -4.8                          | -4.8                   | -14.9                         | -14.9                  | 10     |
| τ <sub>0</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.01 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.05 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.78 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.4 N/mm<sup>2</sup>

La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 8.43E+4  | -9.07E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.34E+5 | -1.6E+6  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | 0                     | -1.8                  | 0                     | -2                     | 0                      | -2.8                   | 0                      | 0.8                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -32.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.5                         | -21.8                 | -9.8                  | -38.6                 | -20.5                  | -54.5                  | -24.7                  | -71.3                  | 4.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.6                 | -27.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.8                         | -18.3                 | -6.7                  | -32.4                 | -15.4                  | -45.7                  | -18.3                  | -59.8                  | 2.9                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | 0                     | -0.8                  | 0                     | -1.1                   | 0                      | -1.4                   | 0                      | 0.3                        |
| $\sigma_4$ | -90   | -7.7                  | -21.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -14.2                 | -3.1                  | -25.2                 | -99.4                  | -125.5                 | -100.7                 | -136.4                 | 1.3                        |
| $\sigma_3$ | -85.9 | -6.9                  | -20            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3                         | -13.3                 | -2.3                  | -23.6                 | -94                    | -119.2                 | -95                    | -129.5                 | 1                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                      | 0                      | 0                      | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 39.5  | 18.8                  | 20.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.1                         | 13.5                  | 21.5                  | 23.9                  | 70.4                   | 73.2                   | 79.7                   | 83.6                   | 9.3                        |
| $\sigma_0$ | 46.3  | 20.2                  | 22.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.9                         | 15                    | 22.7                  | 26.5                  | 79.3                   | 83.7                   | 89.2                   | 95.2                   | 9.9                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.3                  | -0.2                  | 0                      | 0                      | -0.4                   | -0.4                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | -3.7  | -3.1                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3                     | -8.7                  | -8.4                  | -3.7                   | -3.7                   | -15.4                  | -15.4                  | 11.8                       |
| $\tau_2$   | -5    | -3.1                  | -3.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3.3                   | -8.7                  | -9.2                  | -5                     | -5                     | -16.8                  | -16.8                  | 11.8                       |
| $\tau_1$   | -4.8  | -2.7                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.7                          | 3                     | -7.4                  | -8.4                  | -4.8                   | -4.8                   | -14.9                  | -14.9                  | 10                         |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                      | 0                      | 0                      | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.01 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.05 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.78 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.4 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.34 x 1.224 x 1 x 1 = 2.865 > 2 => 2 (Campata)  |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.526 x 1.224 x 1 x 1 = 3.093 (Campata)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 31   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 12.4   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                             | Q <sub>0</sub> (kN)   | 480  |
|  | N <sub>0</sub>  | 500000   |
|  | N <sub>obs</sub>  | 2000000  |
|  | Q <sub>ml</sub> (kN)  | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :        | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                             | Vita di progetto in anni:                                   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la                    | Metodo di verifica:   | Safe life  |

|              |                        |                  |
|--------------|------------------------|------------------|
| carpenteria: |                        |                  |
|              | Conseguenza del danno: | High consequence |

Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 7.09                              | 59.259                          | 0.12  |
| Piattabanda inferiore   | 52.717                            | 82.963                          | 0.635 |
| Anima   | 18.221                            | 74.074                          | 0.246 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 7.094                             | 79.992                          | 0.089 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 52.717                            | 57.355                          | 0.919 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 5.3                               | 52.593                          | 0.101 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 49.727                            | 52.593                          | 0.946 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 49.727                            | 59.259                          | 0.839 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 5.3                               | 59.259                          | 0.089 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 49.727                            | 59.259                          | 0.839 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 7.09                              | 59.259                          | 0.12  |
| Piattabanda inferiore   | 52.717                            | 82.963                          | 0.635 |
| Anima   | 18.221                            | 74.074                          | 0.246 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 7.094                             | 79.992                          | 0.089 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 52.717                            | 57.355                          | 0.919 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 5.3                               | 52.593                          | 0.101 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 49.727                            | 52.593                          | 0.946 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 49.727                            | 59.259                          | 0.839 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 5.3                               | 59.259                          | 0.089 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 49.727                            | 59.259                          | 0.839 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 2.66                              | 59.259                          | 0.045 |
| Piattabanda inferiore   | 19.786                            | 82.963                          | 0.238 |
| Anima   | 36.532                            | 74.074                          | 0.493 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 2.663                             | 79.992                          | 0.033 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 19.786                            | 57.355                          | 0.345 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 1.989                             | 52.593                          | 0.038 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 18.663                            | 52.593                          | 0.355 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 18.663                            | 59.259                          | 0.315 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 1.989                             | 59.259                          | 0.034 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 18.663                            | 59.259                          | 0.315 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 2.66                              | 59.259                          | 0.045 |
| Piattabanda inferiore   | 19.786                            | 82.963                          | 0.238 |
| Anima   | 36.532                            | 74.074                          | 0.493 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$  | 2.663                             | 79.992                          | 0.033 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.691 \times 112 = 77.4 \text{ N/mm}^2$ | 19.786                            | 57.355                          | 0.345 |

|   |        |        |       |
|---|--------|--------|-------|
| Attacco anima-piattabanda superiore                   | 1.989  | 52.593 | 0.038 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore                   | 18.663 | 52.593 | 0.355 |
| Attacco irrigidente verticale - anima                 | 18.663 | 59.259 | 0.315 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore | 1.989  | 59.259 | 0.034 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore | 18.663 | 59.259 | 0.315 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima           |        |        |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima           |        |        |       |

## Sezione C2 S2

### Verifiche allo stato limite di fatica

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.56E+4  | 3.94E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.96E+4 | -1.77E+6 | 0E+00  |

#### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -1.9                  | 0                     | -0.7                          | 0                      | -3                            | 0                      | 2.3                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1                 | -54.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 14.7                  | -10.2                 | -66.1                 | -14.8                         | -39.9                  | -27.3                         | -120.7                 | 12.5                       |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6                 | -47.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 12.7                  | -7.2                  | -57.1                 | -12                           | -34.5                  | -20.8                         | -104.3                 | 8.8                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -0.9                  | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 1.1                        |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6                  | -38.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.8                          | 10.4                  | -3.6                  | -46.6                 | -105.6                        | -125                   | -110                          | -181.9                 | 4.4                        |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8                  | -36.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 9.9                   | -2.8                  | -44.3                 | -100.7                        | -119.4                 | -104.2                        | -173.6                 | 3.5                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4                  | 19.7           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.5                         | -5.3                  | 20.4                  | 23.8                  | 47.6                          | 49.1                   | 72.5                          | 78.2                   | 24.9                       |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1                  | 23.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.9                         | -6.3                  | 21.9                  | 28.3                  | 57.4                          | 60.2                   | 84.1                          | 94.8                   | 26.8                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.1                  | 0                     | 0                             | 0                      | -0.1                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9                  | -0.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.4                   | -2.4                  | -2.3                  | 0.8                           | 0.8                    | -3                            | -3                     | 3.8                        |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9                  | -1             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.6                   | -2.4                  | -2.8                  | 0.9                           | 0.9                    | -2.9                          | -2.9                   | 3.8                        |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8                  | -0.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 1.6                   | -2.1                  | -2.6                  | 0.8                           | 0.8                    | -2.6                          | -2.6                   | 3.4                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.99 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.61 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.56E+4  | 3.94E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.96E+4 | -1.77E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -1.9                         | 0                     | -0.7                          | 0                      | -3                            | 0                      | 2.3                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1                 | -54.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 14.7                  | -10.2                        | -66.1                 | -14.8                         | -39.9                  | -27.3                         | -120.7                 | 12.5                       |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6                 | -47.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 12.7                  | -7.2                         | -57.1                 | -12                           | -34.5                  | -20.8                         | -104.3                 | 8.8                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -0.9                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 1.1                        |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6                  | -38.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.8                          | 10.4                  | -3.6                         | -46.6                 | -105.6                        | -125                   | -110                          | -181.9                 | 4.4                        |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8                  | -36.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 9.9                   | -2.8                         | -44.3                 | -100.7                        | -119.4                 | -104.2                        | -173.6                 | 3.5                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4                  | 19.7           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.5                         | -5.3                  | 20.4                         | 23.8                  | 47.6                          | 49.1                   | 72.5                          | 78.2                   | 24.9                       |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1                  | 23.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.9                         | -6.3                  | 21.9                         | 28.3                  | 57.4                          | 60.2                   | 84.1                          | 94.8                   | 26.8                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0                             | 0                      | -0.1                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9                  | -0.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.4                   | -2.4                         | -2.3                  | 0.8                           | 0.8                    | -3                            | -3                     | 3.8                        |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9                  | -1             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.6                   | -2.4                         | -2.8                  | 0.9                           | 0.9                    | -2.9                          | -2.9                   | 3.8                        |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8                  | -0.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 1.6                   | -2.1                         | -2.6                  | 0.8                           | 0.8                    | -2.6                          | -2.6                   | 3.4                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.99 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.61 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.86E+5  | -1.65E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.7E+5  | -1.68E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | 0                     | -1.8                         | 0                     | -2.9                          | 0                      | -2.9                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1                 | -54.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -9.5                         | -61.5                 | -9.7                         | -62.6                 | -26.6                         | -116.1                 | -26.8                         | -117.3                 | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6                 | -47.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -6.7                         | -53.1                 | -6.8                         | -54.1                 | -20.3                         | -100.3                 | -20.5                         | -101.3                 | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6                  | -38.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.4                         | -43.4                 | -3.4                         | -44.2                 | -109.8                        | -178.7                 | -109.9                        | -179.5                 | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8                  | -36.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.7                         | -41.3                 | -2.7                         | -42                   | -104                          | -170.6                 | -104.1                        | -171.3                 | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4                  | 19.7           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 18.9                         | 22.1                  | 19.3                         | 22.5                  | 71.1                          | 76.5                   | 71.4                          | 76.9                   | 0.4                        |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1                  | 23.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 20.4                         | 26.3                  | 20.8                         | 26.8                  | 82.6                          | 92.8                   | 83                            | 93.3                   | 0.4                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.1                   | -0.2                         | -0.1                  | 0.2                           | 0.2                    | -0.2                          | -0.2                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9                  | -0.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 7.2                   | -6.8                         | -6.6                  | 6.9                           | 6.9                    | -7.4                          | -7.4                   | 14.3                       |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9                  | -1             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 8.6                   | -6.9                         | -7.8                  | 7                             | 7                      | -7.4                          | -7.4                   | 14.4                       |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8                  | -0.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.7                          | 8.2                   | -6.1                         | -7.5                  | 6.2                           | 6.2                    | -6.5                          | -6.5                   | 12.7                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.86 N/mm<sup>2</sup>

- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.57 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.86E+5  | -1.65E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.7E+5  | -1.68E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | 0                     | -1.8                         | 0                     | -2.9                          | 0                      | -2.9                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1                 | -54.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -9.5                         | -61.5                 | -9.7                         | -62.6                 | -26.6                         | -116.1                 | -26.8                         | -117.3                 | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6                 | -47.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -6.7                         | -53.1                 | -6.8                         | -54.1                 | -20.3                         | -100.3                 | -20.5                         | -101.3                 | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6                  | -38.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.4                         | -43.4                 | -3.4                         | -44.2                 | -109.8                        | -178.7                 | -109.9                        | -179.5                 | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8                  | -36.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.7                         | -41.3                 | -2.7                         | -42                   | -104                          | -170.6                 | -104.1                        | -171.3                 | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4                  | 19.7           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 18.9                         | 22.1                  | 19.3                         | 22.5                  | 71.1                          | 76.5                   | 71.4                          | 76.9                   | 0.4                        |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1                  | 23.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 20.4                         | 26.3                  | 20.8                         | 26.8                  | 82.6                          | 92.8                   | 83                            | 93.3                   | 0.4                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.1                   | -0.2                         | -0.1                  | 0.2                           | 0.2                    | -0.2                          | -0.2                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9                  | -0.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 7.2                   | -6.8                         | -6.6                  | 6.9                           | 6.9                    | -7.4                          | -7.4                   | 14.3                       |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9                  | -1             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 8.6                   | -6.9                         | -7.8                  | 7                             | 7                      | -7.4                          | -7.4                   | 14.4                       |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8                  | -0.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.7                          | 8.2                   | -6.1                         | -7.5                  | 6.2                           | 6.2                    | -6.5                          | -6.5                   | 12.7                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.86 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.57 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.34 x 1.224 x 1 x 1 = 2.865 > 2 => 2 (Campata)  |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.526 x 1.224 x 1 x 1 = 3.093 (Campata)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 31   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 12.4   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                             | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{ml}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | Distribuzione del traffico<br>(Table 4.7 - EN 1991-2) : | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5) |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                       | Vita di progetto in anni:                               | 100   |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria: | Metodo di verifica:                                     | Safe life   |
|  | Conseguenza del danno:                                  | High consequence                                      |

Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 8.83                             | 59.259                         | 0.149 |
| Piattabanda inferiore   | 53.512                           | 82.963                         | 0.645 |
| Anima   | 11.887                           | 74.074                         | 0.16  |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.541 \times 112 = 60.5 \text{ N/mm}^2$ | 8.832                            | 44.848                         | 0.197 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 53.512                           | 69.637                         | 0.768 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 6.962                            | 52.593                         | 0.132 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 49.771                           | 52.593                         | 0.946 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 49.771                           | 59.259                         | 0.84  |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 6.962                            | 59.259                         | 0.117 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 49.771                           | 59.259                         | 0.84  |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 8.83                             | 59.259                         | 0.149 |
| Piattabanda inferiore   | 53.512                           | 82.963                         | 0.645 |
| Anima   | 11.887                           | 74.074                         | 0.16  |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.541 \times 112 = 60.5 \text{ N/mm}^2$ | 8.832                            | 44.848                         | 0.197 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 53.512                           | 69.637                         | 0.768 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 6.962                            | 52.593                         | 0.132 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 49.771                           | 52.593                         | 0.946 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 49.771                           | 59.259                         | 0.84  |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 6.962                            | 59.259                         | 0.117 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 49.771                           | 59.259                         | 0.84  |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.12                             | 59.259                         | 0.002 |
| Piattabanda inferiore   | 0.755                            | 82.963                         | 0.009 |
| Anima   | 44.448                           | 74.074                         | 0.6   |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.541 \times 112 = 60.5 \text{ N/mm}^2$ | 0.125                            | 44.848                         | 0.003 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 0.755                            | 69.637                         | 0.011 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.098                            | 52.593                         | 0.002 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 0.702                            | 52.593                         | 0.013 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 0.702                            | 59.259                         | 0.012 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0.098                            | 59.259                         | 0.002 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 0.702                            | 59.259                         | 0.012 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|                       | $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore | 0.12                             | 59.259                         | 0.002 |
| Piattabanda inferiore | 0.755                            | 82.963                         | 0.009 |
| Anima                 | 44.448                           | 74.074                         | 0.6   |

|   |       |        |       |
|---|-------|--------|-------|
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.541 \times 112 = 60.5 \text{ N/mm}^2$ | 0.125 | 44.848 | 0.003 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 0.755 | 69.637 | 0.011 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.098 | 52.593 | 0.002 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 0.702 | 52.593 | 0.013 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 0.702 | 59.259 | 0.012 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0.098 | 59.259 | 0.002 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 0.702 | 59.259 | 0.012 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |       |        |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |       |        |       |

### Sezione C3 S3

#### Verifiche allo stato limite di fatica

##### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.21E+5 | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 3.53E+5 | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 1.75E-3 | 0E+00   | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.61E+4 | 9.32E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | 2.49E+5 | -8E+5    | 0E+00  |

##### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 0                     | -0.9                         | 0                     | 0.9                           | 0                      | -1.1                          | 0                      | 1.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.8                          | 25.8                  | -5                           | -22.1                 | 3.7                           | 20.1                   | -7.1                          | -27.8                  | 87.6                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 7                     | 17.7           | -8.6                  | -22.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 4.1                          | 21.9                  | -3.5                         | -18.8                 | 2.5                           | 17.1                   | -5.2                          | -23.6                  | 22.3                       |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -0.4                         | 0                     | 0.4                           | 0                      | -0.6                          | 0                      | 0.6                        |
| $\sigma_4$ | 52.4  | 4.9                   | 14             | -6                    | -17.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.2                          | 17.4                  | -1.9                         | -14.9                 | 53.5                          | 66                     | 49.4                          | 33.7                   | 16.6                       |
| $\sigma_3$ | 47.1  | 4                     | 12.5           | -4.9                  | -15.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 15.5                  | -1.2                         | -13.3                 | 47.6                          | 59.1                   | 45                            | 30.4                   | 14.1                       |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1                  | -10.3          | 11.6                  | 13.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.8                        | -12.8                 | 9.2                          | 11                    | -39.8                         | -41.5                  | -19.8                         | -17.7                  | 21.7                       |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10                   | -11.9          | 12.7                  | 15.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.6                        | -14.8                 | 9.9                          | 12.7                  | -45.7                         | -48.3                  | -24.2                         | -20.9                  | 24.1                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | 0.3                          | 0.1                   | 0.4                           | 0.4                    | 0.6                           | 0.6                    | 0.2                        |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4                  | 13.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.2                   | 9.3                          | 9.8                   | 40.5                          | 40.5                   | 47.7                          | 47.7                   | 7.2                        |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7                  | 15.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.4                   | 9.3                          | 10.8                  | 44.3                          | 44.3                   | 51.5                          | 51.5                   | 7.2                        |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.8                          | 2.3                   | 8.2                          | 10.1                  | 41.1                          | 41.1                   | 47.5                          | 47.5                   | 6.3                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.87 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.07 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

##### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)

| Fase    | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|---------|---------|---------|----------|--------|
| 1       | 0E+00   | 6.21E+5 | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a      | 0E+00   | 3.53E+5 | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b      | 1.75E-3 | 0E+00   | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c      | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a      | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |



|          |       |         |         |       |
|----------|-------|---------|---------|-------|
| Term.Iso | 0E+00 | 0       | 0E+00   | 0     |
| 3b max   | 0E+00 | 5.61E+4 | 9.32E+5 | 0E+00 |
| 3b max   | 0E+00 | 2.49E+5 | -8E+5   | 0E+00 |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 0                     | -0.9                         | 0                     | 0.9                           | 0                      | -1.1                          | 0                      | 1.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.8                          | 25.8                  | -5                           | -22.1                 | 3.7                           | 20.1                   | -7.1                          | -27.8                  | 87.6                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 7                     | 17.7           | -8.6                  | -22.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 4.1                          | 21.9                  | -3.5                         | -18.8                 | 2.5                           | 17.1                   | -5.2                          | -23.6                  | 22.3                       |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -0.4                         | 0                     | 0.4                           | 0                      | -0.6                          | 0                      | 0.6                        |
| $\sigma_4$ | 52.4  | 4.9                   | 14             | -6                    | -17.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.2                          | 17.4                  | -1.9                         | -14.9                 | 53.5                          | 66                     | 49.4                          | 33.7                   | 16.6                       |
| $\sigma_3$ | 47.1  | 4                     | 12.5           | -4.9                  | -15.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 15.5                  | -1.2                         | -13.3                 | 47.6                          | 59.1                   | 45                            | 30.4                   | 14.1                       |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1                  | -10.3          | 11.6                  | 13.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.8                        | -12.8                 | 9.2                          | 11                    | -39.8                         | -41.5                  | -19.8                         | -17.7                  | 21.7                       |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10                   | -11.9          | 12.7                  | 15.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.6                        | -14.8                 | 9.9                          | 12.7                  | -45.7                         | -48.3                  | -24.2                         | -20.9                  | 24.1                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | 0.3                          | 0.1                   | 0.4                           | 0.4                    | 0.6                           | 0.6                    | 0.2                        |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4                  | 13.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.2                   | 9.3                          | 9.8                   | 40.5                          | 40.5                   | 47.7                          | 47.7                   | 7.2                        |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7                  | 15.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.4                   | 9.3                          | 10.8                  | 44.3                          | 44.3                   | 51.5                          | 51.5                   | 7.2                        |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.8                          | 2.3                   | 8.2                          | 10.1                  | 41.1                          | 41.1                   | 47.5                          | 47.5                   | 6.3                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.87 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.07 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.21E+5  | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 3.53E+5  | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 1.75E-3 | 0E+00    | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.81E+5  | -7.08E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.95E+4 | -5.54E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.6                         | 0                     | -1                            | 0                      | -0.8                          | 0                      | 0.2                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.4                         | -19.6                 | -3.4                         | -15.3                 | -6.5                          | -25.2                  | -5.5                          | -21                    | 1                          |
| $\sigma_6$ | 0     | 7                     | 17.7           | -8.6                  | -22.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.1                         | -16.6                 | -2.5                         | -13                   | -4.8                          | -21.5                  | -4.1                          | -17.8                  | 0.7                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.4                         | 0                     | -0.3                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -0.4                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | 52.4  | 4.9                   | 14             | -6                    | -17.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -13.2                 | -1.3                         | -10.3                 | 49.6                          | 35.4                   | 50                            | 38.3                   | 0.4                        |
| $\sigma_3$ | 47.1  | 4                     | 12.5           | -4.9                  | -15.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | -11.8                 | -0.8                         | -9.2                  | 45.1                          | 31.9                   | 45.4                          | 34.5                   | 0.2                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1                  | -10.3          | 11.6                  | 13.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.2                          | 9.7                   | 6.4                          | 7.6                   | -20.9                         | -18.9                  | -22.6                         | -21                    | 1.8                        |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10                   | -11.9          | 12.7                  | 15.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.8                          | 11.2                  | 6.9                          | 8.8                   | -25.4                         | -22.4                  | -27.3                         | -24.8                  | 1.9                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0.1                   | -0.1                         | 0                     | 0.8                           | 0.8                    | 0.3                           | 0.3                    | 0.5                        |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4                  | 13.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 14.2                         | 15                    | -2.2                         | -2.3                  | 52.6                          | 52.6                   | 36.1                          | 36.1                   | 16.5                       |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7                  | 15.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 14.3                         | 16.5                  | -2.2                         | -2.6                  | 56.4                          | 56.4                   | 39.9                          | 39.9                   | 16.5                       |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.5                         | 15.5                  | -2                           | -2.4                  | 51.8                          | 51.8                   | 37.3                          | 37.3                   | 14.5                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.97 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.5 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.21E+5  | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 3.53E+5  | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 1.75E-3 | 0E+00    | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.81E+5  | -7.08E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.95E+4 | -5.54E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.6                         | 0                     | -1                            | 0                      | -0.8                          | 0                      | 0.2                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.4                         | -19.6                 | -3.4                         | -15.3                 | -6.5                          | -25.2                  | -5.5                          | -21                    | 1                          |
| $\sigma_6$ | 0     | 7                     | 17.7           | -8.6                  | -22.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.1                         | -16.6                 | -2.5                         | -13                   | -4.8                          | -21.5                  | -4.1                          | -17.8                  | 0.7                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.4                         | 0                     | -0.3                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -0.4                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | 52.4  | 4.9                   | 14             | -6                    | -17.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -13.2                 | -1.3                         | -10.3                 | 49.6                          | 35.4                   | 50                            | 38.3                   | 0.4                        |
| $\sigma_3$ | 47.1  | 4                     | 12.5           | -4.9                  | -15.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | -11.8                 | -0.8                         | -9.2                  | 45.1                          | 31.9                   | 45.4                          | 34.5                   | 0.2                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1                  | -10.3          | 11.6                  | 13.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.2                          | 9.7                   | 6.4                          | 7.6                   | -20.9                         | -18.9                  | -22.6                         | -21                    | 1.8                        |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10                   | -11.9          | 12.7                  | 15.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.8                          | 11.2                  | 6.9                          | 8.8                   | -25.4                         | -22.4                  | -27.3                         | -24.8                  | 1.9                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0.1                   | -0.1                         | 0                     | 0.8                           | 0.8                    | 0.3                           | 0.3                    | 0.5                        |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4                  | 13.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 14.2                         | 15                    | -2.2                         | -2.3                  | 52.6                          | 52.6                   | 36.1                          | 36.1                   | 16.5                       |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7                  | 15.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 14.3                         | 16.5                  | -2.2                         | -2.6                  | 56.4                          | 56.4                   | 39.9                          | 39.9                   | 16.5                       |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.5                         | 15.5                  | -2                           | -2.4                  | 51.8                          | 51.8                   | 37.3                          | 37.3                   | 14.5                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.97 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.5 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |   |
|--|---|---|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1   |
|  | $\gamma_{Mt}$   | 1.35  |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | $1.745 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 2.137 > 1.881 \Rightarrow 1.881$ (Appoggio) |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | $1.71 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 2.094$ (Appoggio)                            |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Appoggio)  |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 34.5  |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 31  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                             | Q <sub>0</sub> (kN)   | 480   |
|  | N <sub>0</sub>  | 500000  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | N <sub>obs</sub>                                     | 2000000  |
|  | Q <sub>ml</sub> (kN)                                 | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):      | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) : | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                       | Vita di progetto in anni:                            | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{MF}$ per la carpenteria: | Metodo di verifica:                                  | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:                               | High consequence   |

Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  | $\gamma_{FI} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{MF}$ | c.u.  |
|--|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore  | 31.2                             | 59.259                         | 0.526 |
| Piattabanda inferiore  | 45.38                            | 82.963                         | 0.547 |
| Anima  | 15.087                           | 74.074                         | 0.204 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$ | 31.196                           | 79.992                         | 0.39  |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.91 \times 112 = 102 \text{ N/mm}^2$  | 45.38                            | 75.52                          | 0.601 |
| Attacco anima-piattabanda superiore  | 26.601                           | 52.593                         | 0.506 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore  | 40.786                           | 52.593                         | 0.776 |
| Attacco irrigidente verticale - anima  | 40.786                           | 59.259                         | 0.688 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore  | 26.601                           | 59.259                         | 0.449 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore  | 40.786                           | 59.259                         | 0.688 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima  |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima  |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  | $\gamma_{FI} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{MF}$ | c.u.  |
|--|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore  | 31.2                             | 59.259                         | 0.526 |
| Piattabanda inferiore  | 45.38                            | 82.963                         | 0.547 |
| Anima  | 15.087                           | 74.074                         | 0.204 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$ | 31.196                           | 79.992                         | 0.39  |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.91 \times 112 = 102 \text{ N/mm}^2$  | 45.38                            | 75.52                          | 0.601 |
| Attacco anima-piattabanda superiore  | 26.601                           | 52.593                         | 0.506 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore  | 40.786                           | 52.593                         | 0.776 |
| Attacco irrigidente verticale - anima  | 40.786                           | 59.259                         | 0.688 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore  | 26.601                           | 59.259                         | 0.449 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore  | 40.786                           | 59.259                         | 0.688 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima  |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima  |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  | $\gamma_{FI} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{MF}$ | c.u.  |
|--|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore  | 0.69                             | 59.259                         | 0.012 |
| Piattabanda inferiore  | 3.61                             | 82.963                         | 0.044 |
| Anima  | 34.526                           | 74.074                         | 0.466 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$ | 0.686                            | 79.992                         | 0.009 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.91 \times 112 = 102 \text{ N/mm}^2$  | 3.61                             | 75.52                          | 0.048 |
| Attacco anima-piattabanda superiore  | 0.428                            | 52.593                         | 0.008 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore  | 3.352                            | 52.593                         | 0.064 |
| Attacco irrigidente verticale - anima  | 3.352                            | 59.259                         | 0.057 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore  | 0.428                            | 59.259                         | 0.007 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore  | 3.352                            | 59.259                         | 0.057 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima  |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima  |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore  | 0.69                              | 59.259                          | 0.012 |
| Piattabanda inferiore  | 3.61                              | 82.963                          | 0.044 |
| Anima  | 34.526                            | 74.074                          | 0.466 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.964 \times 112 = 108 \text{ N/mm}^2$ | 0.686                             | 79.992                          | 0.009 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.91 \times 112 = 102 \text{ N/mm}^2$  | 3.61                              | 75.52                           | 0.048 |
| Attacco anima-piattabanda superiore  | 0.428                             | 52.593                          | 0.008 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore  | 3.352                             | 52.593                          | 0.064 |
| Attacco irrigidente verticale - anima  | 3.352                             | 59.259                          | 0.057 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore  | 0.428                             | 59.259                          | 0.007 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore  | 3.352                             | 59.259                          | 0.057 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima  |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima  |                                   |                                 |       |

## Sezione C4 S4

### Verifiche allo stato limite di fatica

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 8.65E+5  | 6.25E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 5.16E+5  | 3.17E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 6.77E+4  | 1.34E+6  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00  |

#### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1.2                           | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                            |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 10.8                  | -0.7                         | -2.1                  | 12.8                          | 27.2                   | 8.6                           | 14.3                   | 20.3                         |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3                            | 9.7                   | -0.6                         | -1.9                  | 11                            | 24.5                   | 7.5                           | 12.9                   | 11.6                         |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.9                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                            |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.2                          | 8.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 73.6                          | 86                     | 70.9                          | 75.9                   | 10.2                         |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 8                     | -0.4                         | -1.6                  | 69.3                          | 81.3                   | 67                            | 71.8                   | 9.5                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -7.8                         | -8.7                  | 1.5                          | 1.7                   | -64.2                         | -66                    | -54.9                         | -55.6                  | 10.3                         |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.1                         | -9.2                  | 1.6                          | 1.8                   | -68.5                         | -70.7                  | -58.8                         | -59.7                  | 11                           |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0.3                           | 0.3                    | 0.2                           | 0.2                    | 0                            |
| $\tau_3$   | 15.2  | 10.3                  | 9.7            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.3                   | -0.2                         | -0.2                  | 26.9                          | 26.9                   | 25.3                          | 25.3                   | 1.6                          |
| $\tau_2$   | 19.9  | 10.7                  | 11.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.5                   | -0.2                         | -0.2                  | 32                            | 32                     | 30.4                          | 30.4                   | 1.6                          |
| $\tau_1$   | 17.5  | 8.8                   | 9.5            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.1                          | 1.2                   | -0.1                         | -0.2                  | 27.3                          | 27.3                   | 26.1                          | 26.1                   | 1.3                          |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 1.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.88 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)

| Fase | N (N) | V (N)   | M (Nm)  | T (Nm) |
|------|-------|---------|---------|--------|
| 1    | 0E+00 | 8.65E+5 | 6.25E+6 | 0E+00  |
| 2a   | 0E+00 | 5.16E+5 | 3.17E+6 | 0E+00  |

|          |         |          |          |       |
|----------|---------|----------|----------|-------|
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00 |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0     |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0     |
| 3b max   | 0E+00   | 6.77E+4  | 1.34E+6  | 0E+00 |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00 |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1.2                           | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 10.8                  | -0.7                         | -2.1                  | 12.8                          | 27.2                   | 8.6                           | 14.3                   | 20.3                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3                            | 9.7                   | -0.6                         | -1.9                  | 11                            | 24.5                   | 7.5                           | 12.9                   | 11.6                       |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.9                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.2                          | 8.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 73.6                          | 86                     | 70.9                          | 75.9                   | 10.2                       |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 8                     | -0.4                         | -1.6                  | 69.3                          | 81.3                   | 67                            | 71.8                   | 9.5                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -7.8                         | -8.7                  | 1.5                          | 1.7                   | -64.2                         | -66                    | -54.9                         | -55.6                  | 10.3                       |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.1                         | -9.2                  | 1.6                          | 1.8                   | -68.5                         | -70.7                  | -58.8                         | -59.7                  | 11                         |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0.3                           | 0.3                    | 0.2                           | 0.2                    | 0                          |
| $\tau_3$   | 15.2  | 10.3                  | 9.7            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.3                   | -0.2                         | -0.2                  | 26.9                          | 26.9                   | 25.3                          | 25.3                   | 1.6                        |
| $\tau_2$   | 19.9  | 10.7                  | 11.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.5                   | -0.2                         | -0.2                  | 32                            | 32                     | 30.4                          | 30.4                   | 1.6                        |
| $\tau_1$   | 17.5  | 8.8                   | 9.5            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.1                          | 1.2                   | -0.1                         | -0.2                  | 27.3                          | 27.3                   | 26.1                          | 26.1                   | 1.3                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 1.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.88 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 8.65E+5  | 6.25E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 5.16E+5  | 3.17E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.12E+5  | 8.71E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1                             | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 7                     | -0.7                         | -2.1                  | 11.6                          | 23.4                   | 8.6                           | 14.3                   | 15.2                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 6.4                   | -0.6                         | -1.9                  | 10                            | 21.1                   | 7.5                           | 12.9                   | 8.3                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.7                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.5                          | 5.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 72.8                          | 83.1                   | 70.9                          | 75.9                   | 7.2                        |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 5.2                   | -0.4                         | -1.6                  | 68.7                          | 78.6                   | 67                            | 71.8                   | 6.8                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.1                         | -5.6                  | 1.5                          | 1.7                   | -61.5                         | -63                    | -54.9                         | -55.6                  | 7.3                        |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.3                         | -6                    | 1.6                          | 1.8                   | -65.7                         | -67.5                  | -58.8                         | -59.7                  | 7.8                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0.1                   | 0                            | 0                     | 0.6                           | 0.6                    | 0.2                           | 0.2                    | 0.3                        |

|          |      |      |      |   |   |   |   |   |   |      |     |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|---|---|---|---|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $\tau_3$ | 15.2 | 10.3 | 9.7  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.4 | 9.6 | -0.2 | -0.2 | 35.9 | 35.9 | 25.3 | 25.3 | 10.6 |
| $\tau_2$ | 19.9 | 10.7 | 11.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.6 | 11  | -0.2 | -0.2 | 41.2 | 41.2 | 30.4 | 30.4 | 10.8 |
| $\tau_1$ | 17.5 | 8.8  | 9.5  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.3  | 9.4 | -0.1 | -0.2 | 34.6 | 34.6 | 26.1 | 26.1 | 8.5  |
| $\tau_0$ | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.99 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.73 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 8.65E+5  | 6.25E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 5.16E+5  | 3.17E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.12E+5  | 8.71E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma$ , $\Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1                             | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                             |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 7                     | -0.7                         | -2.1                  | 11.6                          | 23.4                   | 8.6                           | 14.3                   | 15.2                          |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 6.4                   | -0.6                         | -1.9                  | 10                            | 21.1                   | 7.5                           | 12.9                   | 8.3                           |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.7                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                             |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.5                          | 5.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 72.8                          | 83.1                   | 70.9                          | 75.9                   | 7.2                           |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 5.2                   | -0.4                         | -1.6                  | 68.7                          | 78.6                   | 67                            | 71.8                   | 6.8                           |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                             |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.1                         | -5.6                  | 1.5                          | 1.7                   | -61.5                         | -63                    | -54.9                         | -55.6                  | 7.3                           |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.3                         | -6                    | 1.6                          | 1.8                   | -65.7                         | -67.5                  | -58.8                         | -59.7                  | 7.8                           |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0.1                   | 0                            | 0                     | 0.6                           | 0.6                    | 0.2                           | 0.2                    | 0.3                           |
| $\tau_3$   | 15.2  | 10.3                  | 9.7            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 10.4                         | 9.6                   | -0.2                         | -0.2                  | 35.9                          | 35.9                   | 25.3                          | 25.3                   | 10.6                          |
| $\tau_2$   | 19.9  | 10.7                  | 11.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 10.6                         | 11                    | -0.2                         | -0.2                  | 41.2                          | 41.2                   | 30.4                          | 30.4                   | 10.8                          |
| $\tau_1$   | 17.5  | 8.8                   | 9.5            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.3                          | 9.4                   | -0.1                         | -0.2                  | 34.6                          | 34.6                   | 26.1                          | 26.1                   | 8.5                           |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                             |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.99 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.73 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |   |
|--|---|---|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ff}$   | 1   |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35  |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.745 x 1.224 x 1 x 1 = 2.137 > 1.881 => 1.881 (Appoggio) |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.78 x 1.224 x 1 x 1 = 2.179 (Appoggio)                   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Appoggio)  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | Luce per il momento (m):                             | 34.5   |
|  | Luce per il taglio (m):                              | 38   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                       | $Q_0$ (kN)   | 480  |
|  | $N_0$  | 500000   |
|  | $N_{obs}$  | 2000000  |
|  | $Q_{ml}$ (kN)  | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):      | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) : | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                       | Vita di progetto in anni:                            | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria: | Metodo di verifica:                                  | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:                               | High consequence   |

### Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

#### Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)

|   | $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 19.12                            | 59.259                         | 0.323 |
| Piattabanda inferiore   | 20.658                           | 82.963                         | 0.249 |
| Anima   | 3.463                            | 74.074                         | 0.047 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 19.122                           | 69.637                         | 0.275 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 20.658                           | 69.637                         | 0.297 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 17.929                           | 52.593                         | 0.341 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 19.464                           | 52.593                         | 0.37  |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 19.464                           | 59.259                         | 0.328 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 17.929                           | 59.259                         | 0.303 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 19.464                           | 59.259                         | 0.328 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

#### Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)

|   | $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 19.12                            | 59.259                         | 0.323 |
| Piattabanda inferiore   | 20.658                           | 82.963                         | 0.249 |
| Anima   | 3.463                            | 74.074                         | 0.047 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 19.122                           | 69.637                         | 0.275 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 20.658                           | 69.637                         | 0.297 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 17.929                           | 52.593                         | 0.341 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 19.464                           | 52.593                         | 0.37  |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 19.464                           | 59.259                         | 0.328 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 17.929                           | 59.259                         | 0.303 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 19.464                           | 59.259                         | 0.328 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

#### Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)

|   | $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 13.55                            | 59.259                         | 0.229 |
| Piattabanda inferiore   | 14.642                           | 82.963                         | 0.176 |
| Anima   | 23.447                           | 74.074                         | 0.317 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 13.554                           | 69.637                         | 0.195 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 14.642                           | 69.637                         | 0.21  |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 12.708                           | 52.593                         | 0.242 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 13.797                           | 52.593                         | 0.262 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 13.797                           | 59.259                         | 0.233 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 12.708                           | 59.259                         | 0.214 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 13.797                           | 59.259                         | 0.233 |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima |  |  |  |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima |  |  |  |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 13.55                             | 59.259                          | 0.229 |
| Piattabanda inferiore   | 14.642                            | 82.963                          | 0.176 |
| Anima   | 23.447                            | 74.074                          | 0.317 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 13.554                            | 69.637                          | 0.195 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$ | 14.642                            | 69.637                          | 0.21  |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 12.708                            | 52.593                          | 0.242 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 13.797                            | 52.593                          | 0.262 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 13.797                            | 59.259                          | 0.233 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 12.708                            | 59.259                          | 0.214 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 13.797                            | 59.259                          | 0.233 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Sezione C5 S5**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -5.1E+4  | 8.16E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.56E+5 | -7.23E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.9                          | 0                     | -0.8                         | 0                     | 0.7                           | 0                      | -1                            | 0                      | 1                            |
| $\sigma_7$ | 0     | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 22.7                  | -4.5                         | -20.1                 | 2.6                           | 16.2                   | -6.9                          | -26.6                  | 83.4                         |
| $\sigma_6$ | 0     | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 19.3                  | -3.2                         | -17.1                 | 1.7                           | 13.7                   | -5.1                          | -22.6                  | 18.8                         |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -0.4                         | 0                     | 0.3                           | 0                      | -0.5                          | 0                      | 0.5                          |
| $\sigma_4$ | 57.4  | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 15.3                  | -1.7                         | -13.6                 | 58                            | 68.3                   | 54.4                          | 39.5                   | 13.9                         |
| $\sigma_3$ | 51.6  | 4.3                   | 13.5           | -5.3                  | -17.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 13.6                  | -1                           | -12.1                 | 51.7                          | 61.3                   | 49.5                          | 35.6                   | 11.8                         |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9                  | -11.2          | 12.7                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -9.5                         | -11.3                 | 8.4                          | 10                    | -40.9                         | -42.3                  | -23.1                         | -21.1                  | 19.2                         |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9                 | -12.9          | 14                    | 16.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.2                        | -12.9                 | 9                            | 11.5                  | -47.3                         | -49.4                  | -28                           | -25                    | 21.4                         |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0                     | -0.3                         | -0.1                  | -0.4                          | -0.4                   | -0.6                          | -0.6                   | 0.2                          |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2                 | -14.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.1                         | -2.2                  | -10.4                        | -11.1                 | -42.2                         | -42.2                  | -50.5                         | -50.5                  | 8.3                          |
| $\tau_2$   | -29.3 | -14.4                 | -16.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.1                         | -2.4                  | -10.4                        | -12.1                 | -45.8                         | -45.8                  | -54.2                         | -54.2                  | 8.4                          |
| $\tau_1$   | -27.8 | -13.1                 | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.8                         | -2.3                  | -9.3                         | -11.4                 | -42.8                         | -42.8                  | -50.2                         | -50.2                  | 7.4                          |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.33 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.01 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)



**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -5.1E+4  | 8.16E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.56E+5 | -7.23E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |      |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.9                          | 0                     | -0.8                  | 0                             | 0.7                    | 0                             | -1                     | 0                          | 1    |
| $\sigma_7$ | 0     | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 22.7                  | -4.5                  | -20.1                         | 2.6                    | 16.2                          | -6.9                   | -26.6                      | 83.4 |
| $\sigma_6$ | 0     | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 19.3                  | -3.2                  | -17.1                         | 1.7                    | 13.7                          | -5.1                   | -22.6                      | 18.8 |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -0.4                  | 0                             | 0.3                    | 0                             | -0.5                   | 0                          | 0.5  |
| $\sigma_4$ | 57.4  | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 15.3                  | -1.7                  | -13.6                         | 58                     | 68.3                          | 54.4                   | 39.5                       | 13.9 |
| $\sigma_3$ | 51.6  | 4.3                   | 13.5           | -5.3                  | -17.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 13.6                  | -1                    | -12.1                         | 51.7                   | 61.3                          | 49.5                   | 35.6                       | 11.8 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          | 0    |
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9                  | -11.2          | 12.7                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -9.5                         | -11.3                 | 8.4                   | 10                            | -40.9                  | -42.3                         | -23.1                  | -21.1                      | 19.2 |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9                 | -12.9          | 14                    | 16.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.2                        | -12.9                 | 9                     | 11.5                          | -47.3                  | -49.4                         | -28                    | -25                        | 21.4 |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0                     | -0.3                  | -0.1                          | -0.4                   | -0.4                          | -0.6                   | -0.6                       | 0.2  |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2                 | -14.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.1                         | -2.2                  | -10.4                 | -11.1                         | -42.2                  | -42.2                         | -50.5                  | -50.5                      | 8.3  |
| $\tau_2$   | -29.3 | -14.4                 | -16.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.1                         | -2.4                  | -10.4                 | -12.1                         | -45.8                  | -45.8                         | -54.2                  | -54.2                      | 8.4  |
| $\tau_1$   | -27.8 | -13.1                 | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.8                         | -2.3                  | -9.3                  | -11.4                         | -42.8                  | -42.8                         | -50.2                  | -50.2                      | 7.4  |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.33 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.01 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.77E+4  | -5.32E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -3.9E+5  | -6.23E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |     |
|------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|-----|
| $\sigma_8$ | 0    | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.6                         | 0                     | -0.7                  | 0                             | -0.8                   | 0                             | -0.9                   | 0                          | 0.1 |
| $\sigma_7$ | 0    | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.3                         | -14.8                 | -3.9                  | -17.3                         | -5.7                   | -21.3                         | -6.3                   | -23.8                      | 0.6 |
| $\sigma_6$ | 0    | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.4                         | -12.6                 | -2.8                  | -14.7                         | -4.3                   | -18.1                         | -4.7                   | -20.2                      | 0.4 |
| $\sigma_5$ | 0    | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.3                         | 0                     | -0.3                  | 0                             | -0.4                   | 0                             | -0.5                   | 0                          | 0.1 |
| $\sigma_4$ | 57.4 | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.2                         | -10                   | -1.5                  | -11.7                         | 54.9                   | 43                            | 54.7                   | 41.3                       | 0.2 |
| $\sigma_3$ | 51.6 | 4.3                   | 13.5           | -5.3                  | -17.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | -8.9                  | -0.9                  | -10.4                         | 49.8                   | 38.8                          | 49.6                   | 37.3                       | 0.1 |
| $\sigma_2$ | 0    | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          | 0   |

|            |       |       |       |      |      |   |   |   |   |     |     |       |       |       |       |       |       |      |
|------------|-------|-------|-------|------|------|---|---|---|---|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9  | -11.2 | 12.7 | 14.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.2 | 7.3 | 7.2   | 8.6   | -25.3 | -23.7 | -24.2 | -22.5 | 1.1  |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9 | -12.9 | 14   | 16.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.7 | 8.5 | 7.8   | 9.9   | -30.4 | -28   | -29.3 | -26.5 | 1.1  |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3  | -0.1  | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0   | -0.5  | -0.1  | -0.3  | -0.3  | -0.8  | -0.8  | 0.5  |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2 | -14.8 | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.3 | 2.5 | -15.9 | -16.9 | -37.7 | -37.7 | -55.9 | -55.9 | 18.2 |
| $\tau_2$   | -29.3 | -14.4 | -16.2 | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.4 | 2.7 | -15.9 | -18.4 | -41.4 | -41.4 | -59.6 | -59.6 | 18.2 |
| $\tau_1$   | -27.8 | -13.1 | -15.2 | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.1 | 2.6 | -14.1 | -17.4 | -38.8 | -38.8 | -55.1 | -55.1 | 16.2 |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.47 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.77E+4  | -5.32E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -3.9E+5  | -6.23E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.6                         | 0                     | -0.7                         | 0                     | -0.8                          | 0                      | -0.9                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.3                         | -14.8                 | -3.9                         | -17.3                 | -5.7                          | -21.3                  | -6.3                          | -23.8                  | 0.6                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.4                         | -12.6                 | -2.8                         | -14.7                 | -4.3                          | -18.1                  | -4.7                          | -20.2                  | 0.4                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.3                         | 0                     | -0.3                         | 0                     | -0.4                          | 0                      | -0.5                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | 57.4  | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.2                         | -10                   | -1.5                         | -11.7                 | 54.9                          | 43                     | 54.7                          | 41.3                   | 0.2                        |
| $\sigma_3$ | 51.6  | 4.3                   | 13.5           | -5.3                  | -17.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | -8.9                  | -0.9                         | -10.4                 | 49.8                          | 38.8                   | 49.6                          | 37.3                   | 0.1                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9                  | -11.2          | 12.7                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.2                          | 7.3                   | 7.2                          | 8.6                   | -25.3                         | -23.7                  | -24.2                         | -22.5                  | 1.1                        |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9                 | -12.9          | 14                    | 16.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.7                          | 8.5                   | 7.8                          | 9.9                   | -30.4                         | -28                    | -29.3                         | -26.5                  | 1.1                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.5                         | -0.1                  | -0.3                          | -0.3                   | -0.8                          | -0.8                   | 0.5                        |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2                 | -14.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 2.5                   | -15.9                        | -16.9                 | -37.7                         | -37.7                  | -55.9                         | -55.9                  | 18.2                       |
| $\tau_2$   | -29.3 | -14.4                 | -16.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.4                          | 2.7                   | -15.9                        | -18.4                 | -41.4                         | -41.4                  | -59.6                         | -59.6                  | 18.2                       |
| $\tau_1$   | -27.8 | -13.1                 | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.6                   | -14.1                        | -17.4                 | -38.8                         | -38.8                  | -55.1                         | -55.1                  | 16.2                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.47 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |   |
|--|---|---|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ff}$   | 1   |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35  |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.745 x 1.224 x 1 x 1 = 2.137 > 1.881 => 1.881 (Appoggio) |

|   |   |  |
|---|---|--|
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.78 x 1.224 x 1 x 1 = 2.179 (Appoggio)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                          | Collocazione della sezione:                                 | (Appoggio)   |
|   | Luce per il momento (m):                                    | 34.5   |
|   | Luce per il taglio (m):                                     | 38   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                          | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|   | $N_0$   | 500000   |
|   | $N_{obs}$   | 2000000  |
|   | $Q_{mi}$ (kN)   | 0  |
|   | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|   | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :        | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                          | Vita di progetto in anni:                                   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:    | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|   | Conseguenza del danno:                                      | High consequence   |

Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 26.13                             | 59.259                          | 0.441 |
| Piattabanda inferiore   | 40.174                            | 82.963                          | 0.484 |
| Anima   | 18.223                            | 74.074                          | 0.246 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.654 \times 112 = 73.2 \text{ N/mm}^2$ | 26.133                            | 54.236                          | 0.482 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 40.174                            | 69.637                          | 0.577 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 22.155                            | 52.593                          | 0.421 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 36.196                            | 52.593                          | 0.688 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 36.196                            | 59.259                          | 0.611 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 22.155                            | 59.259                          | 0.374 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 36.196                            | 59.259                          | 0.611 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 26.13                             | 59.259                          | 0.441 |
| Piattabanda inferiore   | 40.174                            | 82.963                          | 0.484 |
| Anima   | 18.223                            | 74.074                          | 0.246 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.654 \times 112 = 73.2 \text{ N/mm}^2$ | 26.133                            | 54.236                          | 0.482 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 40.174                            | 69.637                          | 0.577 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 22.155                            | 52.593                          | 0.421 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 36.196                            | 52.593                          | 0.688 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 36.196                            | 59.259                          | 0.611 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 22.155                            | 59.259                          | 0.374 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 36.196                            | 59.259                          | 0.611 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.4                               | 59.259                          | 0.007 |
| Piattabanda inferiore   | 2.141                             | 82.963                          | 0.026 |
| Anima   | 39.76                             | 74.074                          | 0.537 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.654 \times 112 = 73.2 \text{ N/mm}^2$ | 0.401                             | 54.236                          | 0.007 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 2.141                             | 69.637                          | 0.031 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.248                             | 52.593                          | 0.005 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 1.989                             | 52.593                          | 0.038 |

|   |       |        |       |
|---|-------|--------|-------|
| Attacco irrigidente verticale - anima                 | 1.989 | 59.259 | 0.034 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore | 0.248 | 59.259 | 0.004 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore | 1.989 | 59.259 | 0.034 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima           |       |        |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima           |       |        |       |

#### Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)

|   | $\gamma_{Ft} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.4                               | 59.259                          | 0.007 |
| Piattabanda inferiore   | 2.141                             | 82.963                          | 0.026 |
| Anima   | 39.76                             | 74.074                          | 0.537 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.654 \times 112 = 73.2 \text{ N/mm}^2$ | 0.401                             | 54.236                          | 0.007 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 2.141                             | 69.637                          | 0.031 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0.248                             | 52.593                          | 0.005 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 1.989                             | 52.593                          | 0.038 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 1.989                             | 59.259                          | 0.034 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0.248                             | 59.259                          | 0.004 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 1.989                             | 59.259                          | 0.034 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

#### Sezione C5 S6

#### Verifiche allo stato limite di fatica

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.61E+4 | 4.4E+5   | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.06E+3 | -1.63E+6 | 0E+00  |

#### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -1.8                         | 0                     | -0.2                          | 0                      | -2.5                          | 0                      | 2.3                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -10.6                 | -25.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.7                          | 12.2                  | -10.1                        | -45.1                 | -7.9                          | -13.1                  | -20.7                         | -70.5                  | 12.8                         |
| $\sigma_6$ | 0     | -8.4                  | -21.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 10.4                  | -7.2                         | -38.4                 | -6.5                          | -11.2                  | -15.6                         | -59.9                  | 9.1                          |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -0.9                         | 0                     | -0.2                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 1.2                          |
| $\sigma_4$ | -23.5 | -5.9                  | -17.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 8.2                   | -3.8                         | -30.5                 | -28.4                         | -32.4                  | -33.2                         | -71.1                  | 4.8                          |
| $\sigma_3$ | -21.1 | -4.8                  | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 7.3                   | -2.4                         | -27.1                 | -25.3                         | -29                    | -28.3                         | -63.5                  | 3                            |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |
| $\sigma_1$ | 14    | 11.1                  | 12.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.1                         | -6.1                  | 18.9                         | 22.4                  | 20.1                          | 20.6                   | 44.1                          | 49                     | 24                           |
| $\sigma_0$ | 16.4  | 12.2                  | 14.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.5                         | -7                    | 20.3                         | 25.8                  | 23.2                          | 23.9                   | 49                            | 56.7                   | 25.8                         |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -0.2                          | -0.2                   | -0.1                          | -0.1                   | 0                            |
| $\tau_3$   | -10.8 | -4.9                  | -5.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | -1.6                  | -0.4                         | -0.4                  | -17.2                         | -17.2                  | -16.1                         | -16.1                  | 1.1                          |
| $\tau_2$   | -12.2 | -5                    | -5.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | -1.7                  | -0.4                         | -0.4                  | -18.7                         | -18.7                  | -17.6                         | -17.6                  | 1.1                          |
| $\tau_1$   | -11.6 | -4.5                  | -5.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3                         | -1.6                  | -0.3                         | -0.4                  | -17.5                         | -17.5                  | -16.5                         | -16.5                  | 1                            |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.2 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.53 N/mm<sup>2</sup>

- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.35 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.61E+4 | 4.4E+5   | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.06E+3 | -1.63E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | Δσ, Δτ |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -1.8                         | 0                     | -0.2                          | 0                      | -2.5                          | 0                      | 2.3    |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -10.6                 | -25.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.7                          | 12.2                  | -10.1                        | -45.1                 | -7.9                          | -13.1                  | -20.7                         | -70.5                  | 12.8   |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -8.4                  | -21.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 10.4                  | -7.2                         | -38.4                 | -6.5                          | -11.2                  | -15.6                         | -59.9                  | 9.1    |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -0.9                         | 0                     | -0.2                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 1.2    |
| σ <sub>4</sub> | -23.5 | -5.9                  | -17.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 8.2                   | -3.8                         | -30.5                 | -28.4                         | -32.4                  | -33.2                         | -71.1                  | 4.8    |
| σ <sub>3</sub> | -21.1 | -4.8                  | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 7.3                   | -2.4                         | -27.1                 | -25.3                         | -29                    | -28.3                         | -63.5                  | 3      |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |
| σ <sub>1</sub> | 14    | 11.1                  | 12.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.1                         | -6.1                  | 18.9                         | 22.4                  | 20.1                          | 20.6                   | 44.1                          | 49                     | 24     |
| σ <sub>0</sub> | 16.4  | 12.2                  | 14.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.5                         | -7                    | 20.3                         | 25.8                  | 23.2                          | 23.9                   | 49                            | 56.7                   | 25.8   |
| τ <sub>4</sub> | 0     | -0.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -0.2                          | -0.2                   | -0.1                          | -0.1                   | 0      |
| τ <sub>3</sub> | -10.8 | -4.9                  | -5.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | -1.6                  | -0.4                         | -0.4                  | -17.2                         | -17.2                  | -16.1                         | -16.1                  | 1.1    |
| τ <sub>2</sub> | -12.2 | -5                    | -5.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | -1.7                  | -0.4                         | -0.4                  | -18.7                         | -18.7                  | -17.6                         | -17.6                  | 1.1    |
| τ <sub>1</sub> | -11.6 | -4.5                  | -5.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3                         | -1.6                  | -0.3                         | -0.4                  | -17.5                         | -17.5                  | -16.5                         | -16.5                  | 1      |
| τ <sub>0</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.2 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.53 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.35 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.25E+5  | -1.32E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.28E+5 | -1.5E+6  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|                | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | Δσ, Δτ |
|----------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|
| σ <sub>8</sub> | 0    | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | 0                     | -1.7                         | 0                     | -2.2                          | 0                      | -2.4                          | 0                      | 0.2    |
| σ <sub>7</sub> | 0    | -10.6                 | -25.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.2                         | -36.7                 | -9.3                         | -41.7                 | -18.8                         | -62                    | -19.9                         | -67.1                  | 1.1    |
| σ <sub>6</sub> | 0    | -8.4                  | -21.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.8                         | -31.2                 | -6.6                         | -35.5                 | -14.3                         | -52.7                  | -15.1                         | -57                    | 0.8    |
| σ <sub>5</sub> | 0    | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.7                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.3                          | 0                      | 0.1    |

|            |       |      |       |   |   |   |   |   |   |      |       |      |       |       |       |       |       |      |
|------------|-------|------|-------|---|---|---|---|---|---|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\sigma_4$ | -23.5 | -5.9 | -17.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3.1 | -24.8 | -3.5 | -28.2 | -32.5 | -65.4 | -33   | -68.8 | 0.4  |
| $\sigma_3$ | -21.1 | -4.8 | -15.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.9 | -22   | -2.2 | -25.1 | -27.9 | -58.4 | -28.1 | -61.4 | 0.3  |
| $\sigma_2$ | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |
| $\sigma_1$ | 14    | 11.1 | 12.6  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.4 | 18.2  | 17.5 | 20.7  | 40.5  | 44.9  | 42.6  | 47.4  | 2.1  |
| $\sigma_0$ | 16.4  | 12.2 | 14.5  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.5 | 21    | 18.8 | 23.9  | 45.2  | 51.9  | 47.5  | 54.8  | 2.3  |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1 | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1  | 0     | -0.3 | -0.1  | 0     | 0     | -0.4  | -0.4  | 0.4  |
| $\tau_3$   | -10.8 | -4.9 | -5.1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.1  | 5.4   | -9.3 | -9.8  | -10.6 | -10.6 | -25   | -25   | 14.4 |
| $\tau_2$   | -12.2 | -5   | -5.6  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.1  | 5.9   | -9.3 | -10.8 | -12.1 | -12.1 | -26.5 | -26.5 | 14.4 |
| $\tau_1$   | -11.6 | -4.5 | -5.3  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.5  | 5.6   | -8.2 | -10.1 | -11.6 | -11.6 | -24.4 | -24.4 | 12.8 |
| $\tau_0$   | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.19 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.18 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.39 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.28 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.25E+5  | -1.32E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.28E+5 | -1.5E+6  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | 0                     | -1.7                         | 0                     | -2.2                          | 0                      | -2.4                          | 0                      | 0.2                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -10.6                 | -25.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.2                         | -36.7                 | -9.3                         | -41.7                 | -18.8                         | -62                    | -19.9                         | -67.1                  | 1.1                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -8.4                  | -21.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.8                         | -31.2                 | -6.6                         | -35.5                 | -14.3                         | -52.7                  | -15.1                         | -57                    | 0.8                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.7                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.3                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | -23.5 | -5.9                  | -17.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.1                         | -24.8                 | -3.5                         | -28.2                 | -32.5                         | -65.4                  | -33                           | -68.8                  | 0.4                        |
| $\sigma_3$ | -21.1 | -4.8                  | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.9                         | -22                   | -2.2                         | -25.1                 | -27.9                         | -58.4                  | -28.1                         | -61.4                  | 0.3                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 14    | 11.1                  | 12.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 15.4                         | 18.2                  | 17.5                         | 20.7                  | 40.5                          | 44.9                   | 42.6                          | 47.4                   | 2.1                        |
| $\sigma_0$ | 16.4  | 12.2                  | 14.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 16.5                         | 21                    | 18.8                         | 23.9                  | 45.2                          | 51.9                   | 47.5                          | 54.8                   | 2.3                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.3                         | -0.1                  | 0                             | 0                      | -0.4                          | -0.4                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | -10.8 | -4.9                  | -5.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 5.4                   | -9.3                         | -9.8                  | -10.6                         | -10.6                  | -25                           | -25                    | 14.4                       |
| $\tau_2$   | -12.2 | -5                    | -5.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 5.9                   | -9.3                         | -10.8                 | -12.1                         | -12.1                  | -26.5                         | -26.5                  | 14.4                       |
| $\tau_1$   | -11.6 | -4.5                  | -5.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 4.5                          | 5.6                   | -8.2                         | -10.1                 | -11.6                         | -11.6                  | -24.4                         | -24.4                  | 12.8                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.19 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.18 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.39 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.28 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |               |      |
|--|---------------|------|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria: | $\gamma_{Ft}$ | 1    |
|  | $\gamma_{Mf}$ | 1.35 |

|  |   |  |
|--|---|--|
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.745 x 1.224 x 1 x 1 = 2.137 > 1.881 => 1.881 (Appoggio)                              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.78 x 1.224 x 1 x 1 = 2.179 (Appoggio)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Appoggio)   |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 34.5   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 38   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                             | Q <sub>0</sub> (kN)   | 480  |
|  | N <sub>0</sub>  | 500000   |
|  | N <sub>obs</sub>  | 2000000  |
|  | Q <sub>ml</sub> (kN)  | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :        | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                             | Vita di progetto in anni:                                   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{MF}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:                                      | High consequence   |

Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 9.09                              | 59.259                          | 0.153 |
| Piattabanda inferiore   | 48.585                            | 82.963                          | 0.586 |
| Anima   | 2.405                             | 74.074                          | 0.032 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.654 \times 112 = 73.2 \text{ N/mm}^2$ | 9.09                              | 54.236                          | 0.168 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 48.585                            | 69.637                          | 0.698 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 5.629                             | 52.593                          | 0.107 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 45.125                            | 52.593                          | 0.858 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 45.125                            | 59.259                          | 0.761 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 5.629                             | 59.259                          | 0.095 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 45.125                            | 59.259                          | 0.761 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 9.09                              | 59.259                          | 0.153 |
| Piattabanda inferiore   | 48.585                            | 82.963                          | 0.586 |
| Anima   | 2.405                             | 74.074                          | 0.032 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.654 \times 112 = 73.2 \text{ N/mm}^2$ | 9.09                              | 54.236                          | 0.168 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 48.585                            | 69.637                          | 0.698 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 5.629                             | 52.593                          | 0.107 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 45.125                            | 52.593                          | 0.858 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 45.125                            | 59.259                          | 0.761 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 5.629                             | 59.259                          | 0.095 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 45.125                            | 59.259                          | 0.761 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                   |                                 |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                   |                                 |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   | $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}$ | $\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0.8                               | 59.259                          | 0.014 |
| Piattabanda inferiore   | 4.279                             | 82.963                          | 0.052 |
| Anima   | 31.334                            | 74.074                          | 0.423 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.654 \times 112 = 73.2 \text{ N/mm}^2$ | 0.801                             | 54.236                          | 0.015 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta \sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta \sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 4.279                             | 69.637                          | 0.061 |

|   |       |        |       |
|---|-------|--------|-------|
| x 112 = 94 N/mm <sup>2</sup>                          |       |        |       |
| Attacco anima-piattabanda superiore                   | 0.496 | 52.593 | 0.009 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore                   | 3.974 | 52.593 | 0.076 |
| Attacco irrigidente verticale - anima                 | 3.974 | 59.259 | 0.067 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore | 0.496 | 59.259 | 0.008 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore | 3.974 | 59.259 | 0.067 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima           |       |        |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima           |       |        |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  | $\gamma_{F1} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|--|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore  | 0.8                              | 59.259                         | 0.014 |
| Piattabanda inferiore  | 4.279                            | 82.963                         | 0.052 |
| Anima  | 31.334                           | 74.074                         | 0.423 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c$<br>= 0.654 x 112 = 73.2 N/mm <sup>2</sup> | 0.801                            | 54.236                         | 0.015 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c$<br>x 112 = 94 N/mm <sup>2</sup>           | 4.279                            | 69.637                         | 0.061 |
| Attacco anima-piattabanda superiore  | 0.496                            | 52.593                         | 0.009 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore  | 3.974                            | 52.593                         | 0.076 |
| Attacco irrigidente verticale - anima  | 3.974                            | 59.259                         | 0.067 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore  | 0.496                            | 59.259                         | 0.008 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore  | 3.974                            | 59.259                         | 0.067 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima  |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima  |                                  |                                |       |

**Sezione C6 SM**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.3E+4   | 3.08E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -7.33E+4 | -1.78E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0                     | -2                           | 0                     | -0.6                          | 0                      | -3                            | 0                      | 2.4                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -38.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 9.5                   | -11.1                        | -54.9                 | -13                           | -29                    | -26.1                         | -93.4                  | 13                         |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.9                 | -32.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 8.1                   | -7.9                         | -47                   | -10.5                         | -24.8                  | -19.8                         | -79.9                  | 9.3                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -1                           | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 1.2                        |
| $\sigma_4$ | -54.2 | -8.4                  | -26.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.7                          | 6.5                   | -4.2                         | -37.7                 | -61.8                         | -74.1                  | -66.7                         | -118.3                 | 4.9                        |
| $\sigma_3$ | -49.8 | -7.1                  | -24.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 5.9                   | -2.8                         | -34.4                 | -56.5                         | -68                    | -59.8                         | -108.3                 | 3.3                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 27.7  | 15.3                  | 17.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.6                         | -4.2                  | 21                           | 24.5                  | 39.3                          | 40.6                   | 63.9                          | 69.4                   | 24.6                       |
| $\sigma_0$ | 32.9  | 16.8                  | 20             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.9                         | -4.9                  | 22.6                         | 28.5                  | 45.8                          | 47.9                   | 72.3                          | 81.3                   | 26.5                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0                             | 0                      | -0.1                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\tau_3$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.7                   | -3.6                         | -3.8                  | 1.6                           | 1.6                    | -3.6                          | -3.6                   | 5.2                        |
| $\tau_2$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.9                   | -3.6                         | -4.2                  | 1.6                           | 1.6                    | -3.6                          | -3.6                   | 5.3                        |
| $\tau_1$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.5                          | 1.8                   | -3.3                         | -4                    | 1.5                           | 1.5                    | -3.3                          | -3.3                   | 4.8                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

NOTE



- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.64 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.46 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -3 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.63 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.3E+4   | 3.08E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -7.33E+4 | -1.78E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Mmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | Δσ, Δτ |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0                     | -2                           | 0                     | -0.6                          | 0                      | -3                            | 0                      | 2.4    |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -14.9                 | -38.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 9.5                   | -11.1                        | -54.9                 | -13                           | -29                    | -26.1                         | -93.4                  | 13     |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -11.9                 | -32.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 8.1                   | -7.9                         | -47                   | -10.5                         | -24.8                  | -19.8                         | -79.9                  | 9.3    |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -1                           | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 1.2    |
| σ <sub>4</sub> | -54.2 | -8.4                  | -26.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.7                          | 6.5                   | -4.2                         | -37.7                 | -61.8                         | -74.1                  | -66.7                         | -118.3                 | 4.9    |
| σ <sub>3</sub> | -49.8 | -7.1                  | -24.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 5.9                   | -2.8                         | -34.4                 | -56.5                         | -68                    | -59.8                         | -108.3                 | 3.3    |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |
| σ <sub>1</sub> | 27.7  | 15.3                  | 17.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.6                         | -4.2                  | 21                           | 24.5                  | 39.3                          | 40.6                   | 63.9                          | 69.4                   | 24.6   |
| σ <sub>0</sub> | 32.9  | 16.8                  | 20             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.9                         | -4.9                  | 22.6                         | 28.5                  | 45.8                          | 47.9                   | 72.3                          | 81.3                   | 26.5   |
| τ <sub>4</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0                             | 0                      | -0.1                          | -0.1                   | 0.1    |
| τ <sub>3</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.7                   | -3.6                         | -3.8                  | 1.6                           | 1.6                    | -3.6                          | -3.6                   | 5.2    |
| τ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.9                   | -3.6                         | -4.2                  | 1.6                           | 1.6                    | -3.6                          | -3.6                   | 5.3    |
| τ <sub>1</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.5                          | 1.8                   | -3.3                         | -4                    | 1.5                           | 1.5                    | -3.3                          | -3.3                   | 4.8    |
| τ <sub>0</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.64 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.46 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -3 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.63 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.82E+5  | -1.69E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.82E+5 | -1.69E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmax)**

|  | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | Δσ, Δτ |
|--|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|
|--|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|

|            |       |       |       |   |   |   |   |   |   |       |       |       |       |       |        |       |        |      |
|------------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.9  | 0     | -1.9  | 0     | -2.9  | 0      | -2.9  | 0      | 0    |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9 | -38.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -10.6 | -52.2 | -10.6 | -52.2 | -25.5 | -90.6  | -25.5 | -90.6  | 0    |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.9 | -32.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7.5  | -44.6 | -7.5  | -44.6 | -19.4 | -77.5  | -19.4 | -77.5  | 0    |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.9  | 0     | -0.9  | 0     | -1.6  | 0      | -1.6  | 0      | 0    |
| $\sigma_4$ | -54.2 | -8.4  | -26.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4    | -35.8 | -4    | -35.8 | -66.5 | -116.4 | -66.5 | -116.4 | 0    |
| $\sigma_3$ | -49.8 | -7.1  | -24.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.7  | -32.7 | -2.7  | -32.7 | -59.6 | -106.6 | -59.6 | -106.6 | 0    |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0      | 0    |
| $\sigma_1$ | 27.7  | 15.3  | 17.2  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.9  | 23.3  | 19.9  | 23.3  | 62.9  | 68.1   | 62.9  | 68.1   | 0    |
| $\sigma_0$ | 32.9  | 16.8  | 20    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.5  | 27.1  | 21.5  | 27.1  | 71.2  | 79.9   | 71.2  | 79.9   | 0    |
| $\tau_4$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2   | 0.1   | -0.2  | -0.1  | 0.2   | 0.2    | -0.2  | -0.2   | 0.4  |
| $\tau_3$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9     | 9.5   | -9    | -9.5  | 9     | 9      | -9    | -9     | 18   |
| $\tau_2$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9     | 10.4  | -9    | -10.4 | 9     | 9      | -9    | -9     | 18   |
| $\tau_1$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.2   | 9.9   | -8.2  | -9.9  | 8.2   | 8.2    | -8.2  | -8.2   | 16.3 |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0      | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.82E+5  | -1.69E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.82E+5 | -1.69E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.9                         | 0                     | -1.9                         | 0                     | -2.9                          | 0                      | -2.9                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -38.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.6                        | -52.2                 | -10.6                        | -52.2                 | -25.5                         | -90.6                  | -25.5                         | -90.6                  | 0                          |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.9                 | -32.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -7.5                         | -44.6                 | -7.5                         | -44.6                 | -19.4                         | -77.5                  | -19.4                         | -77.5                  | 0                          |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.9                         | 0                     | -0.9                         | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | -54.2 | -8.4                  | -26.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4                           | -35.8                 | -4                           | -35.8                 | -66.5                         | -116.4                 | -66.5                         | -116.4                 | 0                          |
| $\sigma_3$ | -49.8 | -7.1                  | -24.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.7                         | -32.7                 | -2.7                         | -32.7                 | -59.6                         | -106.6                 | -59.6                         | -106.6                 | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 27.7  | 15.3                  | 17.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 19.9                         | 23.3                  | 19.9                         | 23.3                  | 62.9                          | 68.1                   | 62.9                          | 68.1                   | 0                          |
| $\sigma_0$ | 32.9  | 16.8                  | 20             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 21.5                         | 27.1                  | 21.5                         | 27.1                  | 71.2                          | 79.9                   | 71.2                          | 79.9                   | 0                          |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.1                   | -0.2                         | -0.1                  | 0.2                           | 0.2                    | -0.2                          | -0.2                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 9                            | 9.5                   | -9                           | -9.5                  | 9                             | 9                      | -9                            | -9                     | 18                         |
| $\tau_2$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 9                            | 10.4                  | -9                           | -10.4                 | 9                             | 9                      | -9                            | -9                     | 18                         |
| $\tau_1$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.2                          | 9.9                   | -8.2                         | -9.9                  | 8.2                           | 8.2                    | -8.2                          | -8.2                   | 16.3                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | $2.27 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 2.779 > 2 \Rightarrow 2$ (Campata)              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | $2.498 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 3.059$ (Campata)                               |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 38   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 15.2   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2$                             | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{ml}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :        | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3$                             | Vita di progetto in anni:                                   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:                                      | High consequence   |

Verifica a fatica dei dettagli di carpenteria

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   | $\gamma_{Ft} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 9.78                             | 59.259                         | 0.165 |
| Piattabanda inferiore   | 52.992                           | 82.963                         | 0.639 |
| Anima   | 16.064                           | 74.074                         | 0.217 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.509 \times 112 = 57.1 \text{ N/mm}^2$ | 9.778                            | 42.268                         | 0.231 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 52.992                           | 69.637                         | 0.761 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 6.639                            | 52.593                         | 0.126 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 49.225                           | 52.593                         | 0.936 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 49.225                           | 59.259                         | 0.831 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 6.639                            | 59.259                         | 0.112 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 49.225                           | 59.259                         | 0.831 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   | $\gamma_{Ft} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 9.78                             | 59.259                         | 0.165 |
| Piattabanda inferiore   | 52.992                           | 82.963                         | 0.639 |
| Anima   | 16.064                           | 74.074                         | 0.217 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.509 \times 112 = 57.1 \text{ N/mm}^2$ | 9.778                            | 42.268                         | 0.231 |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 52.992                           | 69.637                         | 0.761 |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 6.639                            | 52.593                         | 0.126 |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 49.225                           | 52.593                         | 0.936 |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 49.225                           | 59.259                         | 0.831 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 6.639                            | 59.259                         | 0.112 |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 49.225                           | 59.259                         | 0.831 |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|                       | $\gamma_{Ft} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ | c.u. |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|------|
| Piattabanda superiore | 0                                | 59.259                         | 0    |

|   |        |        |       |
|---|--------|--------|-------|
| Piattabanda inferiore   | 0.003  | 82.963 | 0     |
| Anima   | 55.059 | 74.074 | 0.743 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.509 \times 112 = 57.1 \text{ N/mm}^2$ | 0.001  | 42.268 | 0     |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 0.003  | 69.637 | 0     |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0      | 52.593 | 0     |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 0.003  | 52.593 | 0     |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 0.003  | 59.259 | 0     |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0      | 59.259 | 0     |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 0.003  | 59.259 | 0     |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |        |        |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |        |        |       |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   | $\gamma_{F1} \Delta\sigma_{E,2}$ | $\Delta\sigma_c / \gamma_{M1}$ | c.u.  |
|---|----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Piattabanda superiore   | 0                                | 59.259                         | 0     |
| Piattabanda inferiore   | 0.003                            | 82.963                         | 0     |
| Anima   | 55.059                           | 74.074                         | 0.743 |
| Giunzione piattabanda superiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.509 \times 112 = 57.1 \text{ N/mm}^2$ | 0.001                            | 42.268                         | 0     |
| Giunzione piattabanda inferiore $\Delta\sigma_{c,red} = \kappa_s * \Delta\sigma_c = 0.839 \times 112 = 94 \text{ N/mm}^2$   | 0.003                            | 69.637                         | 0     |
| Attacco anima-piattabanda superiore   | 0                                | 52.593                         | 0     |
| Attacco anima-piattabanda inferiore   | 0.003                            | 52.593                         | 0     |
| Attacco irrigidente verticale - anima   | 0.003                            | 59.259                         | 0     |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda superiore   | 0                                | 59.259                         | 0     |
| Attacco irrigidente verticale - piattabanda inferiore   | 0.003                            | 59.259                         | 0     |
| Attacco irrigidente longitudinale 1 - anima   |                                  |                                |       |
| Attacco irrigidente longitudinale 2 - anima   |                                  |                                |       |

## 9.3 VERIFICA CONNESSIONE TRAVE SOLETTA

### 9.3.1 GENERALITÀ

Le specifiche relative al *detailing* della connessione trave-soletta sono contenute in *NTC-18*, 4.3.4.1.2 e C.4.3.4. delle relative Istruzioni; per quanto riguarda i riferimenti *Eurocodice*, i cui contenuti sono perfettamente identici, si fa riferimento a *EN 1994-1* e *EN 1994-2*. Le piolature adottate sono tutte a completo ripristino di resistenza.

Il ciclo di verifica delle piolature comprende i seguenti passi:

#### Verifica tensioni SLU (valido per sezioni con $\eta_1 \leq 1$ )

Deduzione del massimo scorrimento "elastico" a taglio allo *SLU* sul singolo piolo, nell'ambito delle condizioni  $M_{max}/M_{min}$ ,  $V_{max}/V_{min}$ , e confronto con la portanza del piolo allo *SLU*:

$$v_{L,Ed}(x) = V_{Ed}(x) S/J$$

$$v_{L,Ed}^{ULS} \leq 1.1 N_{i/l_i} P_{Rd}$$

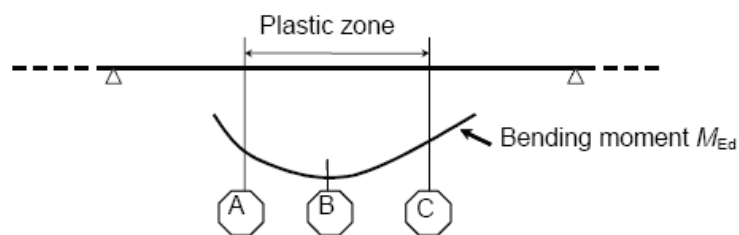
In cui  $S$  e  $J$  sono univocamente definite sulla base delle caratteristiche "uncracked".

Tale approccio risulta ovviamente valido solamente per le sezioni che non attingono alle proprie risorse extra elastiche ( $\eta_1 \leq 1$ ). Per sezioni di **classe 1-2**, qualora il rapporto di sfruttamento elastico  $\eta_1$  risulti maggiore di 1, non è più valido l'approccio di calcolo dello scorrimento ( $v = VS/J$ ), ed è quindi necessario tenere conto in maniera non lineare della relazione tra azione tagliante  $V_e$  scorrimento  $v_L$  mediante l'approccio non lineare indicato al punto seguente.

#### Verifica plastica SLU (obbligatorio per sezioni con $\eta_1 > 1$ )

Nelle zone plasticizzate (in generale a momento negativo) non risulta più valido l'approccio di calcolo dell'azione nei pioli basata sul flusso elastico: in questo caso, infatti, il legame fra il taglio per unità di lunghezza, le forze interne della soletta ed il momento flettente non è più lineare (*EN 1994-2 cap. 6.6.2.2*).

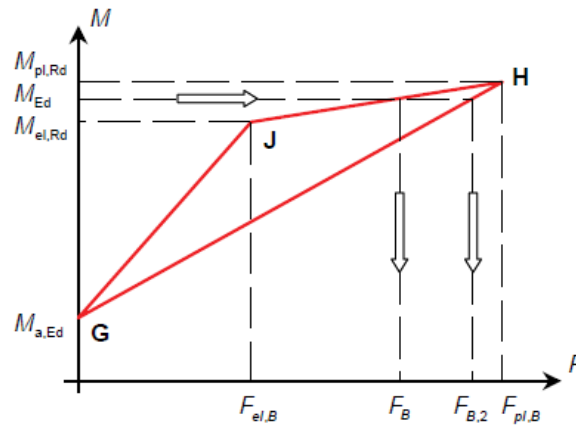
Il calcolo viene effettuato individuando, propedeuticamente, la regione entro la quale le sezioni attingono alle proprie risorse extra-elastiche. Tale regione (simmetrica nel caso in esame), è schematicamente rappresentata dai due punti di *boundary* A e C e dal punto di minimo momento (mezzeria) indicati nello schema seguente. I punti di *boundary* sono individuati dalle sezioni nelle quali la massima tensione è pari allo snervamento del materiale.



La verifica è di tipo "globale", e comprende la valutazione dello scorrimento in maniera diretta, mediante considerazioni di equilibrio dei conci di soletta compresi tra il *boundary* ed il punto di minimo momento (conco di soletta compreso tra A e B e conco di soletta compreso tra B e C).

L'azione assiale insistente ai confini della zona plastica (punti A / B) è pari all'integrale delle tensioni rilevate lungo la soletta in calcestruzzo; a tale azione va aggiunta, per le verifiche nell'ambito della condizione "long term" l'effetto del ritiro primario.

L'azione assiale  $N_B$  è la risultante delle azioni in soletta, da valutarsi con riferimento all'effettivo stato, parzialmente "plastico" della sezione. Per il calcolo, si fa riferimento ai criteri di "non linear resistance to bending" contenuti in *EN 1994-2 cap. 6.2.1.4.(6)*, con l'ausilio della costruzione riportata nel diagramma seguente, che riporta in un sistema d'assi  $M/N$ , i possibili stati della sezione di minimo momento flettente.



Si indica con:

$M_{a,Ed} \Rightarrow$  momento flettente agente sulla sola trave metallica

$M_{el,Rd} \Rightarrow$  momento flettente elastico

$M_{Ed} \Rightarrow$  momento flettente di progetto

$M_{pl,Rd} \Rightarrow$  momento plastico della sezione

$F_{el,B} \Rightarrow$  azione assiale agente nella soletta, al raggiungimento del momento elastico ( $N_B$ )

Il diagramma è caratterizzato dai seguenti punti notevoli:

**G**  $\Rightarrow$  punto corrispondente al momento flettente della trave in fase 1

**H**  $\Rightarrow$  punto che individua il raggiungimento dello stato plastico della sezione, caratterizzato da  $M_{pl,Rd}$  ed  $F_{pl,B}$  (azione assiale plastica in soletta).

**J**  $\Rightarrow$  punto corrispondente allo yielding del prima fibra della sezione, caratterizzato da  $M_{el,Rd}$  ed  $F_{el,B}$  (risultante tensioni in soletta sotto l'azione di  $M_{el,Rd}$ ).

Come si nota dal diagramma, l'effettiva azione assiale  $F_B$  insistente in soletta nel reale stato della sezione è rappresentato dalla linea verticale che interseca la retta **J-H** all'ordinata corrispondente al momento di progetto  $M_{Ed}$ . In alternativa, operando in maniera semplificata, risulta possibile stabilire un limite superiore a  $N_B$ , intercettando direttamente la retta **G-H**.

Si segue l'approccio "rigoroso" che, pur comportando la necessità di valutare  $M_{el,Rd}$ , comporta una stima più accurata di  $N_B$ .

Per il calcolo di  $M_{el,Rd}$  ed  $F_{el,B}$ , viene valutato il fattore "k" ( $\leq 1$ ) che, applicato al momento flettente agente sulla sezione composta  $M_{c,Ed}$  (derivante da fase 2 e fase 3) comporta un quadro tensionale al limite di snervamento, e che implica pertanto l'espressione:

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k \times M_{c,Ed}$$

Si avrà pertanto, con riferimento alle fibre estreme della sezione:

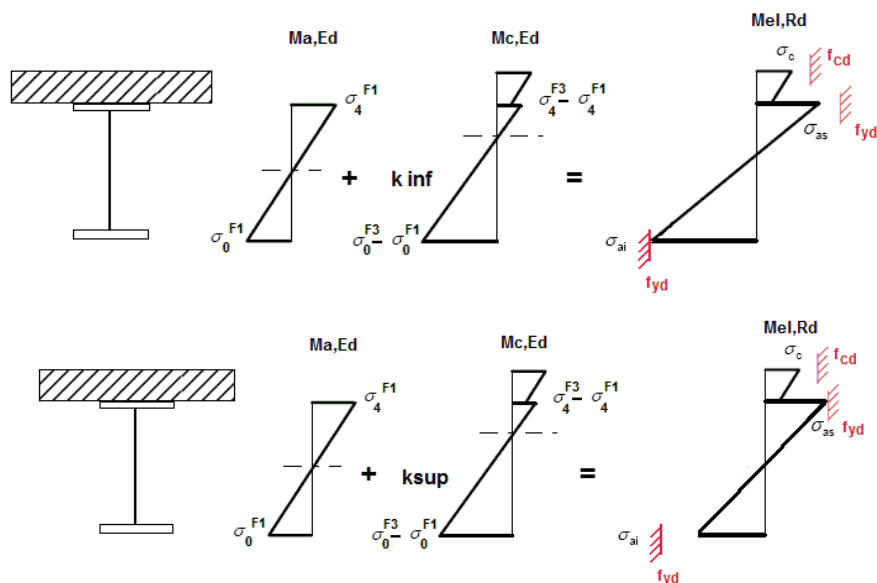
$$k = \frac{f_{yd} - \sigma_{i,F1}}{\Delta\sigma}$$

$i = 1$  o  $4$  (lembo inferiore/superiore trave metallica)

$\sigma_{i,F1}$  = tensione alla fibra "i" della sezione in **fase 1**

$\Delta\sigma$  = variazione di tensione alla fibra "i" tra la **fase 3** e la **fase 1**

Si utilizza uno dei due schemi di calcolo riportati nelle figure sottostanti, a seconda che la tensione di snervamento sia stata superata nella fibra inferiore oppure in quella superiore.



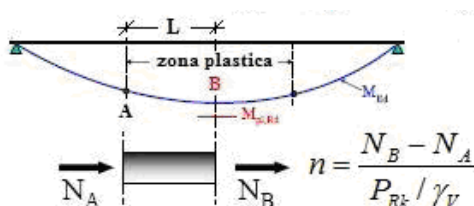
Quando la sezione è plasticizzata il coefficiente  $k$  risulta compreso fra 0 ed 1, e rappresenta il coefficiente moltiplicativo che riporta il diagramma di tensioni in **fase 3** ad un diagramma al limite elastico.

Noto  $k$  è immediato valutare  $M_{el,Ed}$  e la corrispondente azione assiale di soletta, tramite integrazione delle tensioni:

$$N_{el,Ed} = k \times (\sigma_5 + \sigma_8) / 2 \times A_{soletta}$$

Essendo  $\sigma_5$  e  $\sigma_8$  le tensioni normali nella soletta in **fase 3**, calcolate a partire da  $M_{el,Ed}$ .

Il numero di pioli necessario nella zona plastica è infine calcolabile, con riferimento allo schema ed alla formula seguente.



### Verifica tensioni SLE

Deduzione del massimo scorrimento "elastico" a taglio allo **SLE** sul singolo piolo, nell'ambito delle condizioni  $M_{max}/M_{min}$ ,  $V_{max}/V_{min}$  e confronto con la portanza del piolo allo **SLE**.

Il criterio di confronto dello scorrimento con la portanza della piolatura è identico a quello visto per la verifica delle tensioni **SLU**, con ovvia sostituzione delle grandezze:

$$v_{L,Ed}^{SLS} \leq N_i / l_i \times k_s \times P_{Rd}$$

### 9.3.2 CARATTERISTICHE PIOLATURA CORRENTE

Per le travature in esame si prevede l'adozione delle seguenti piolature:

- Conci tipo **1**: 30 pioli/m –  $\phi 22$  mm – h=200 mm;
- Conci tipo **2**: 20 pioli/m –  $\phi 22$  mm – h=200 mm;
- Conci **tipo 3**: 30 pioli/m –  $\phi 22$  mm – h=200 mm;
- Conci tipo **4**: 30 pioli/m –  $\phi 22$  mm – h=200 mm;
- Conci tipo **5**: 30 pioli/m –  $\phi 22$  mm – h=200 mm;
- Conci tipo **6**: 20 pioli/m –  $\phi 22$  mm – h=200 mm.

Nell'ambito del calcolo dei contributi resistenti si valuta separatamente la rottura del piolo e la rottura del calcestruzzo che lo circonda, sulla base dei seguenti parametri:

$f_u = 450.0$  MPa (tensione ultima del gambo del piolo)

$\gamma_v = 1.25$  (coefficiente di sicurezza piolo)

$f_{ck} = 37.35$  MPa (resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo)

$E_{cm} = 34625$  MPa (modulo elastico secante del calcestruzzo)

Inoltre, essendo  $h/d = 200/22 \cong 9.1$ , si ha:  $\alpha = 1$

Si ha pertanto (cfr. EN 1994-2, 6.6.3.1.(1)):

$P_{rk,1} = 0.8 f_t \pi d^2/4 \cong 137$  kN (rottura gambo)

$P_{rk,2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} \cong 159$  kN (rottura calcestruzzo)

Discende pertanto il valore di progetto della resistenza ultima, dal minimo dei valori riscontrati diviso per il coefficiente di sicurezza:

$P_{rd} = 137/1.25 = 109.6$  kN

I valori di riferimento nell'ambito delle verifiche **SLU** e **SLE** sono pertanto i seguenti:

$P_{rd,slu} = 109.6$  kN

Ponendo  $k_s = 0.6$ , conformemente a quanto previsto dalle Istruzioni della NTC-08 e dal N.A.D. di EN 1994-2, si ha

$P_{rd,sle} = 0.6 \times 109.6 = 65.8$  kN

### 9.3.3 DETAILING

Per i limiti dimensionali da rispettare nel detailing delle piolature si fa riferimento ai contenuti di NTC-08 cap. 4.3.4.3.4/EN 1994-2 cap. 6.6.5. Di seguito si evidenzia il riferimento specifico a quest'ultimo testo normativo, più puntuale.

Il massimo interasse longitudinale delle piolature dovrà rispettare le seguenti limitazioni (EN1994-2 6.6.5.5(2)):

$e_{max}/t_f \leq 22 \varepsilon$

$e_{max}/t_f \leq 22 \times 0.81 = 17.9$

$t_f = 30$  mm

$e_{max} \cong 537$  mm



La distanza delle file longitudinali di pioli dal bordo dovrà rispettare le seguenti limitazioni (EN1994-2 6.6.5.5(2)):

$$e_d/t_f \leq 9 \varepsilon$$

$$e_d/t_f \leq 9 \times 0.81 = 7.29$$

$$e_{d,max} = 7.29 \times 30 = 219 \text{ mm}$$

Inoltre:

$$e_{d,min} = 25.0 \text{ mm (1994-2 6.6.5.6(2))}$$

La minima distanza misurata tra la parte inferiore della testa del piolo e lo strato inferiore di armatura dovrà essere > 40 mm.

I pioli dovranno rispettare le seguenti limitazioni dimensionali:

$$h_p \geq 3d \quad \text{EN 1994-2 6.6.5.7.(1); } h_p = \text{altezza piolo}$$

$$d_t \geq 1.5d \quad \text{EN 1994-2 6.6.5.7.(2); } d_t = \text{diametro testa}$$

$$h_t \geq 0.4d \quad \text{EN 1994-2 6.6.5.7.(2); } h_t = \text{altezza testa}$$

$$d_p \geq 1.5t_{sup} \quad \text{EN 1994-2 6.6.5.7.(3); } d_p = \text{diam. piolo, } t_{sup} = \text{spessore flangia (*)}$$

(\*) per piattabande in tensione, soggette a fatica

$$d_p \geq 2.5t_{sup} \quad \text{EN 1994-2 6.6.5.7.(5); } d_p = \text{diam. piolo, } t_{sup} = \text{spessore flangia (**)}$$

(\*\*) per tutte le piattabande

$$d_p \geq 1.5t_{sup} \quad \text{EN 1994-2 6.6.5.7.(3); } d_p = \text{diam. piolo, } t_{sup} = \text{spessore flangia}$$

L'interasse dei pioli dovrà rispettare le seguenti limitazioni dimensionali (EN1994-2 6.6.5.7.(4)):

$$s_l \geq 5 d_p \quad \text{in direzione longitudinale}$$

$$s_v \geq 2.5 d_p \quad \text{in direzione trasversale.}$$

### 9.3.4 VERIFICHE ALLO SLU E ALLO SLE

Il calcolo dello scorrimento nelle varie sezioni di verifica ed il confronto con la piolatura di progetto viene effettuato in automatico dal programma *PontiEC4* nell'ambito delle condizioni considerate ( $M_{max/min}$  e  $V_{max/min}$ ).

La tabella seguente riepiloga per le combinazioni *SLU* il calcolo dei massimi rapporti di sfruttamento "elastici"  $v_{L,Ed}/(N/I_i \times P_{rd})$  nelle sezioni critiche.

| Sezione | X (m) | Combinazione    | Classe F1 | Classe F3b | $v_{Ed}/(n \cdot PRd)$ | Pioli di testata |
|---------|-------|-----------------|-----------|------------|------------------------|------------------|
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | 0.35                   | 0.457            |
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Mmin | 3         | 3          | 0.058                  | 0.457            |
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | 0.034                  | 0.457            |
| C1_S0   | 0     | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | 0.476                  | 0.457            |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Mmax | 3         | 1          | 0.017                  | 0                |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.241                  | 0                |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.095                  | 0                |
| C1_S1   | 8     | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.256                  | 0                |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Mmax | 3         | 1          | 0.055                  | 0                |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.199                  | 0                |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.277                  | 0                |
| C2_S2   | 18    | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.251                  | 0                |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | 0.154                  | 0                |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.257                  | 0                |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | 0.451                  | 0                |
| C3_S3   | 25.5  | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | 0.019                  | 0                |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | 0.175                  | 0                |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Mmin | 3         | 3          | 0.058                  | 0                |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | 0.315                  | 0                |
| C4_S4   | 31    | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | 0.056                  | 0                |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | 0.176                  | 0                |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.227                  | 0                |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Vmax | 3         | 3          | 0.001                  | 0                |
| C5_S5   | 36.5  | SLU fond., Vmin | 3         | 3          | 0.466                  | 0                |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Mmax | 3         | 3          | 0.047                  | 0                |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.102                  | 0                |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.101                  | 0                |
| C5_S6   | 44.5  | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.258                  | 0                |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Mmax | 3         | 1          | 0.032                  | 0                |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Mmin | 3         | 1          | 0.188                  | 0                |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Vmax | 3         | 1          | 0.276                  | 0                |
| C6_SM   | 50    | SLU fond., Vmin | 3         | 1          | 0.277                  | 0                |

TABELLA 9-10. VERIFICA PIOLATURA SLU – OUTPUT SINTETICO

Le verifiche risultano soddisfatte.

La tabella seguente riepiloga per le combinazioni *SLE* il calcolo dei massimi rapporti di sfruttamento "elastici"  $v_{L,Ed}/(N/l_i \times P_{rd})$  nelle sezioni critiche.

| Sezione      | X (m) | Combinazione             | $v_{Ed} / (k_{sn} P_{rd})$ |
|--------------|-------|--------------------------|----------------------------|
| <b>C1_S0</b> | 0     | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.475                      |
| <b>C1_S0</b> | 0     | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.079                      |
| <b>C1_S0</b> | 0     | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.046                      |
| <b>C1_S0</b> | 0     | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.646                      |
| <b>C1_S1</b> | 8     | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.023                      |
| <b>C1_S1</b> | 8     | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.327                      |
| <b>C1_S1</b> | 8     | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.129                      |
| <b>C1_S1</b> | 8     | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.347                      |
| <b>C2_S2</b> | 18    | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.075                      |
| <b>C2_S2</b> | 18    | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.27                       |
| <b>C2_S2</b> | 18    | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.376                      |
| <b>C2_S2</b> | 18    | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.341                      |
| <b>C3_S3</b> | 25.5  | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.21                       |
| <b>C3_S3</b> | 25.5  | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.349                      |
| <b>C3_S3</b> | 25.5  | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.612                      |
| <b>C3_S3</b> | 25.5  | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.026                      |
| <b>C4_S4</b> | 31    | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.237                      |
| <b>C4_S4</b> | 31    | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.079                      |
| <b>C4_S4</b> | 31    | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.428                      |
| <b>C4_S4</b> | 31    | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.076                      |
| <b>C5_S5</b> | 36.5  | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.239                      |
| <b>C5_S5</b> | 36.5  | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.308                      |
| <b>C5_S5</b> | 36.5  | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.001                      |
| <b>C5_S5</b> | 36.5  | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.633                      |
| <b>C5_S6</b> | 44.5  | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.064                      |
| <b>C5_S6</b> | 44.5  | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.138                      |
| <b>C5_S6</b> | 44.5  | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.138                      |
| <b>C5_S6</b> | 44.5  | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.351                      |
| <b>C6_SM</b> | 50    | <i>SLS caratt., Mmax</i> | 0.044                      |
| <b>C6_SM</b> | 50    | <i>SLS caratt., Mmin</i> | 0.256                      |
| <b>C6_SM</b> | 50    | <i>SLS caratt., Vmax</i> | 0.375                      |
| <b>C6_SM</b> | 50    | <i>SLS caratt., Vmin</i> | 0.376                      |

TABELLA 9-11. VERIFICA PIOLATURA SLE – OUTPUT SINTETICO

Le verifiche appaiono pertanto soddisfatte.

Di seguito si illustrano i risultati del programma di verifica per le sezioni rappresentative per le combinazioni dimensionanti.

In particolare, per la sezione *C1\_S0* è riportata la verifica degli effetti primari del ritiro e delle variazioni termiche (sezione di estremità). Per le altre sezioni si riportano le verifiche elastiche e, quando necessarie, inelastiche (solo per sezioni in campata).

## Sezione C1 S0

### Verifica connessione trave soletta

#### Caratteristiche generali

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ ( $m^{-1}$ )           | 30    |
| Diametro dei pioli, $d$ (mm)  | 22    |
| Altezza dei pioli, $h$ (mm)   | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                               | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$                      | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm}$ (N/mm <sup>2</sup> )                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 37.35 |

#### Resistenza della connessione

|  |           |
|--|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$ , (N)                                      | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$ , (N) | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$ , (N)                                     | 109478.22 |

### Verifica elastica allo SLU

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

|   |         |
|---|---------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8  |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -1262.7 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.35    |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |         |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.788E+5    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -292.7          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | -1.135E+6    | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | -970            |
| Totale  |              |                              |                          | -1262.7         |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -211.3 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.058  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.788E+5    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -292.7          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | 9.52E+4      | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 81.3            |
| Totale  |              |                              |                          | -211.3          |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -123.3 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.034  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.788E+5    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -292.7          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |

|         |          |          |           |        |
|---------|----------|----------|-----------|--------|
| Fase 2c | 0E+00    | 3.767E+7 | 4.875E+10 | 0      |
| Fase 3a | 0E+00    | 5.313E+7 | 6.217E+10 | 0      |
| Fase 3b | 1.982E+5 | 5.313E+7 | 6.217E+10 | 169.4  |
| Totale  |          |          |           | -123.3 |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -1719  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.476  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.788E+5    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -292.7          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | -1.669E+6    | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | -1426.4         |
| Totale  |              |                              |                          | -1719           |

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -935.3 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.475  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.806E+5    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -216.8          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | -8.409E+5    | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | -718.5          |
| Totale  |              |                              |                          | -935.3          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -156.5 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.079  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.806E+5    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -216.8          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | 7.052E+4     | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 60.3            |
| Totale  |              |                              |                          | -156.5          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -91.3  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.046  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
|------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|

|         |           |          |           |        |
|---------|-----------|----------|-----------|--------|
| Fase 2a | -2.806E+5 | 3.767E+7 | 4.875E+10 | -216.8 |
| Fase 2b | 0E+00     | 3.829E+7 | 4.929E+10 | 0      |
| Fase 2c | 0E+00     | 3.767E+7 | 4.875E+10 | 0      |
| Fase 3a | 0E+00     | 5.313E+7 | 6.217E+10 | 0      |
| Fase 3b | 1.468E+5  | 5.313E+7 | 6.217E+10 | 125.5  |
| Totale  |           |          |           | -91.3  |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)

|   |         |
|---|---------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6  |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6     |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -1273.3 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.646   |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |         |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.806E+5    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -216.8          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | -1.236E+6    | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | -1056.6         |
| Totale  |              |                              |                          | -1273.3         |

#### Verifica dei pioli di estremità - influenza di ritiro e variazione termica - (SLU)

#### Verifica numero minimo di pioli

|  |  |
|--|--|
| Flusso caratteristico per Ritiro: $v_{L,k}$ (N/mm)                 | 772                                    |
| Flusso caratteristico per Variazione termica (-): $v_{L,k}$ (N/mm) | 638                                    |
| Flusso di progetto totale: $v_{L,Ed}$ (N/mm)                       | $1.2 \cdot 772 + 0.9 \cdot 638 = 1500$ |
| Numero minimo di pioli in testata: $n_{min}$ (m <sup>-1</sup> )    | $13.7 < 30$                            |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |  |

#### Sezione C1 S1

#### Verifica connessione trave soletta

#### Caratteristiche generali

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ (m <sup>-1</sup> )     | 30    |
| Diametro dei pioli, $d$ (mm)  | 22    |
| Altezza dei pioli, $h$ (mm)   | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                               | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$                      | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm}$ (N/mm <sup>2</sup> )                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 37.35 |

#### Resistenza della connessione

|  |           |
|--|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$ , (N)                                    | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$ , (N) | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2})$ , (N)   | 109478.22 |

#### Verifica elastica allo SLU

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 62.5   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.017  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.12E+5     | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -86.5           |

|         |          |          |           |      |
|---------|----------|----------|-----------|------|
| Fase 2b | 0E+00    | 3.829E+7 | 4.929E+10 | 0    |
| Fase 2c | 0E+00    | 3.767E+7 | 4.875E+10 | 0    |
| Fase 3a | 0E+00    | 5.313E+7 | 6.217E+10 | 0    |
| Fase 3b | 1.744E+5 | 5.313E+7 | 6.217E+10 | 149  |
| Totale  |          |          |           | 62.5 |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

|  |        |
|--|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $K_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)          | -870.5 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$                                       | 0.241  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.12E+5     | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -86.5           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | -9.175E+5    | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | -784            |
| Totale  |              |                              |                          | -870.5          |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)

|  |        |
|--|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $K_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)          | 342.8  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$                                       | 0.095  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.12E+5     | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -86.5           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | 5.024E+5     | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 429.3           |
| Totale  |              |                              |                          | 342.8           |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)

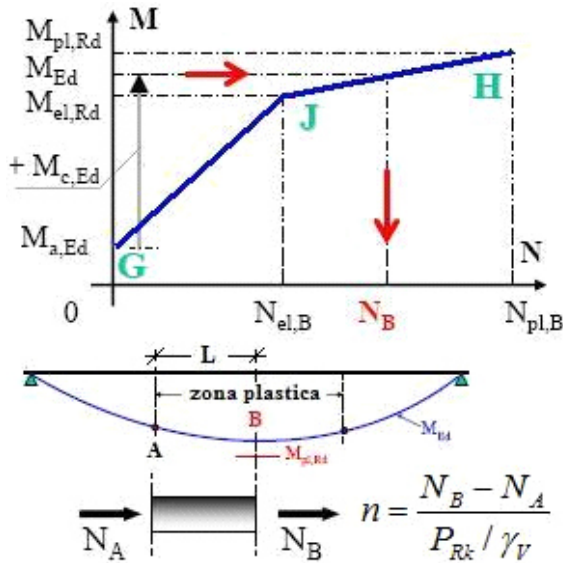
|  |        |
|--|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $K_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)          | -923.2 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$                                       | 0.256  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.12E+5     | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -86.5           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | -9.791E+5    | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | -836.6          |
| Totale  |              |                              |                          | -923.2          |

#### Verifica plastica allo SLU

Diagramma di interazione M-N nella sezione di massima plasticizzazione (Sezione B).(Comb. Mmin)



|  |          |
|--|----------|
| Momento resistente elastico (Momento che porta a snervamento la piattabanda superiore e/o inferiore), $M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k \cdot M_{c,Ed}$ (Nm) | 2.096E+7 |
| Momento agente in Fase 1, $M_{a,Ed}$ (Nm)  | 3.017E+6 |
| Momento agente nelle fasi successive alla Fase 1, $M_{c,Ed}$ (Nm)  | 1.013E+7 |
| Coefficiente moltiplicativo che riporta il diagramma di tensioni in fase 3 ad un diagramma al limite elastico, $k$                                   | 1.771    |

|   |          |
|---|----------|
| Sforzo normale nella soletta correlato ad $M_{el,Rd}$ , $N_{el,B}$ (N)  | 0E+00    |
| Momento resistente plastico, $M_{pl,Rd}$ (Nm)   | 2.622E+7 |
| Azione assiale plastica nella soletta congruente con $M_{pl,Rd}$ , $N_{pl,B}$ (N)                                     | 2.826E+7 |
| Azione assiale nella soletta al limite della zona plastica (Sezione A), $N_A$ (N)                                     | 0E+00    |
| Momento di progetto totale a SLU nella sezione B in fase 3, $M_{Ed}$ (Nm)   | 0E+00    |
| Sforzo normale nella soletta correlato ad $M_{Ed}$ , $N_B$ (N)  | 0E+00    |
| Distanza fra le sezione A e B, $L$ (m)  | 5        |
| Numero minimo di pioli per unita' di lunghezza necessario in zona plastica, $(N_B - N_A) / (P_{Rd} * L)$ ( $m^{-1}$ ) | 0        |
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ ( $m^{-1}$ )   | 30       |

**VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 46.3   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.023  |

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Fase 2a | -8.296E+4    | 3.767E+7             | 4.875E+10        | -64.1           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7             | 4.929E+10        | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7             | 4.875E+10        | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7             | 6.217E+10        | 0               |
| Fase 3b | 1.292E+5     | 5.313E+7             | 6.217E+10        | 110.4           |
| Totale  |              |                      |                  | 46.3            |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -644.8 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.327  |

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
|------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|



|         |           |          |           |        |
|---------|-----------|----------|-----------|--------|
| Fase 2a | -8.296E+4 | 3.767E+7 | 4.875E+10 | -64.1  |
| Fase 2b | 0E+00     | 3.829E+7 | 4.929E+10 | 0      |
| Fase 2c | 0E+00     | 3.767E+7 | 4.875E+10 | 0      |
| Fase 3a | 0E+00     | 5.313E+7 | 6.217E+10 | 0      |
| Fase 3b | -6.796E+5 | 5.313E+7 | 6.217E+10 | -580.7 |
| Totale  |           |          |           | -644.8 |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 253.9  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.129  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -8.296E+4    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -64.1           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | 3.722E+5     | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 318             |
| Totale  |              |                              |                          | 253.9           |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -683.8 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.347  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -8.296E+4    | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | -64.1           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.829E+7                     | 4.929E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.767E+7                     | 4.875E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | 0               |
| Fase 3b | -7.253E+5    | 5.313E+7                     | 6.217E+10                | -619.7          |
| Totale  |              |                              |                          | -683.8          |

## Sezione C2 S2

### Verifica connessione trave soletta

#### Caratteristiche generali

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ (m <sup>-1</sup> )     | 20    |
| Diametro dei pioli, $d$ (mm)  | 22    |
| Altezza dei pioli, $h$ (mm)   | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                               | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$                      | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm}$ (N/mm <sup>2</sup> )                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 37.35 |

#### Resistenza della connessione

|  |           |
|--|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$ , (N)                                      | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$ , (N) | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$ , (N)                                     | 109478.22 |

#### Verifica elastica allo SLU

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 132.6  |

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$ | 0.055 |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>              |       |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.907E+4    | 3.826E+7         | 5.093E+10    | -21.8           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.914E+7         | 5.171E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.826E+7         | 5.093E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.888E+7         | 6.945E+10    | 0               |
| Fase 3b | 1.822E+5     | 5.888E+7         | 6.945E+10    | 154.5           |
| Totale  |              |                  |              | 132.6           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | -479.2 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.199  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.907E+4    | 3.826E+7         | 5.093E+10    | -21.8           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.914E+7         | 5.171E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.826E+7         | 5.093E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.888E+7         | 6.945E+10    | 0               |
| Fase 3b | -5.394E+5    | 5.888E+7         | 6.945E+10    | -457.4          |
| Totale  |              |                  |              | -479.2          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | 667.7  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.277  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.907E+4    | 3.826E+7         | 5.093E+10    | -21.8           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.914E+7         | 5.171E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.826E+7         | 5.093E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.888E+7         | 6.945E+10    | 0               |
| Fase 3b | 8.133E+5     | 5.888E+7         | 6.945E+10    | 689.5           |
| Totale  |              |                  |              | 667.7           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

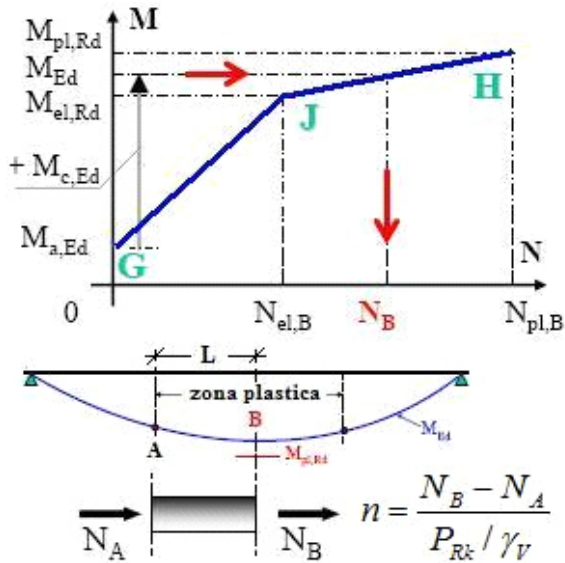
|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | -605.3 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.251  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.907E+4    | 3.826E+7         | 5.093E+10    | -21.8           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.914E+7         | 5.171E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.826E+7         | 5.093E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.888E+7         | 6.945E+10    | 0               |
| Fase 3b | -6.882E+5    | 5.888E+7         | 6.945E+10    | -583.5          |
| Totale  |              |                  |              | -605.3          |

Verifica plastica allo SLU

Diagramma di interazione M-N nella sezione di massima plasticizzazione (Sezione B).(Comb. Mmin)



|  |          |
|--|----------|
| Momento resistente elastico (Momento che porta a snervamento la piattabanda superiore e/o inferiore), $M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k * M_{c,Ed}$ (Nm) | 2.412E+7 |
| Momento agente in Fase 1, $M_{a,Ed}$ (Nm)  | 3.209E+6 |
| Momento agente nelle fasi successive alla Fase 1, $M_{c,Ed}$ (Nm)  | 1.214E+7 |
| Coefficiente moltiplicativo che riporta il diagramma di tensioni in fase 3 ad un diagramma al limite elastico, $k$                               | 1.722    |

|   |          |
|---|----------|
| Sforzo normale nella soletta correlato ad $M_{el,Rd}$ , $N_{el,B}$ (N)  | 0E+00    |
| Momento resistente plastico, $M_{pl,Rd}$ (Nm)   | 2.844E+7 |
| Azione assiale plastica nella soletta congruente con $M_{pl,Rd}$ , $N_{pl,B}$ (N)                                     | 2.525E+7 |
| Azione assiale nella soletta al limite della zona plastica (Sezione A), $N_A$ (N)                                     | 0E+00    |
| Momento di progetto totale a SLU nella sezione B in fase 3, $M_{Ed}$ (Nm)   | 0E+00    |
| Sforzo normale nella soletta correlato ad $M_{Ed}$ , $N_B$ (N)  | 0E+00    |
| Distanza fra le sezione A e B, $L$ (m)  | 5        |
| Numero minimo di pioli per unita' di lunghezza necessario in zona plastica, $(N_B - N_A) / (P_{Rd} * L)$ ( $m^{-1}$ ) | 0        |
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ ( $m^{-1}$ )   | 20       |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |          |

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 98.3   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.075  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.154E+4    | 3.826E+7             | 5.093E+10        | -16.2           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.914E+7             | 5.171E+10        | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.826E+7             | 5.093E+10        | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.888E+7             | 6.945E+10        | 0               |
| Fase 3b | 1.35E+5      | 5.888E+7             | 6.945E+10        | 114.4           |
| Totale  |              |                      |                  | 98.3            |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -355   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.27   |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
|------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|

|         |           |          |           |        |
|---------|-----------|----------|-----------|--------|
| Fase 2a | -2.154E+4 | 3.826E+7 | 5.093E+10 | -16.2  |
| Fase 2b | 0E+00     | 3.914E+7 | 5.171E+10 | 0      |
| Fase 2c | 0E+00     | 3.826E+7 | 5.093E+10 | 0      |
| Fase 3a | 0E+00     | 5.888E+7 | 6.945E+10 | 0      |
| Fase 3b | -3.996E+5 | 5.888E+7 | 6.945E+10 | -338.8 |
| Totale  |           |          |           | -355   |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 494.6  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.376  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.154E+4    | 3.826E+7                     | 5.093E+10                | -16.2           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.914E+7                     | 5.171E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.826E+7                     | 5.093E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.888E+7                     | 6.945E+10                | 0               |
| Fase 3b | 6.024E+5     | 5.888E+7                     | 6.945E+10                | 510.8           |
| Totale  |              |                              |                          | 494.6           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -448.4 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.341  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -2.154E+4    | 3.826E+7                     | 5.093E+10                | -16.2           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.914E+7                     | 5.171E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.826E+7                     | 5.093E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.888E+7                     | 6.945E+10                | 0               |
| Fase 3b | -5.098E+5    | 5.888E+7                     | 6.945E+10                | -432.2          |
| Totale  |              |                              |                          | -448.4          |

**Sezione C3 S3**

**Verifica connessione trave soletta**

**Caratteristiche generali**

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ (m <sup>-1</sup> )     | 30    |
| Diametro dei pioli, $d$ (mm)  | 22    |
| Altezza dei pioli, $h$ (mm)   | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                               | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$                      | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm}$ (N/mm <sup>2</sup> )                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 37.35 |

**Resistenza della connessione**

|  |           |
|--|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$ , (N)                                    | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$ , (N) | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$ , (N)                                     | 109478.22 |

**Verifica elastica allo SLU**

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 557.5  |

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$ | 0.154 |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>              |       |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | 4.765E+5     | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 316.5           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7         | 5.121E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7         | 6.766E+10    | 0               |
| Fase 3b | 2.953E+5     | 5.522E+7         | 6.766E+10    | 241             |
| Totale  |              |                  |              | 557.5           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | 927.3  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.257  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | 4.765E+5     | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 316.5           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7         | 5.121E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7         | 6.766E+10    | 0               |
| Fase 3b | 7.484E+5     | 5.522E+7         | 6.766E+10    | 610.8           |
| Totale  |              |                  |              | 927.3           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | 1627.6 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.451  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | 4.765E+5     | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 316.5           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7         | 5.121E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7         | 6.766E+10    | 0               |
| Fase 3b | 1.606E+6     | 5.522E+7         | 6.766E+10    | 1311.1          |
| Totale  |              |                  |              | 1627.6          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | 69.9   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.019  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | 4.765E+5     | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 316.5           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7         | 5.121E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7         | 5.053E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7         | 6.766E+10    | 0               |
| Fase 3b | -3.022E+5    | 5.522E+7         | 6.766E+10    | -246.6          |
| Totale  |              |                  |              | 69.9            |

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 1970.6 |
|---|--------|

|   |      |
|---|------|
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$                                      | 0.6  |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm) | 413  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$                              | 0.21 |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |      |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 3.53E+5      | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 234.4           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7                     | 5.121E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | 0               |
| Fase 3b | 2.188E+5     | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | 178.5           |
| Totale  |              |                              |                          | 413             |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 686.9  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.349  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 3.53E+5      | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 234.4           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7                     | 5.121E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | 0               |
| Fase 3b | 5.544E+5     | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | 452.5           |
| Totale  |              |                              |                          | 686.9           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 1205.7 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.612  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 3.53E+5      | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 234.4           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7                     | 5.121E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | 0               |
| Fase 3b | 1.19E+6      | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | 971.2           |
| Totale  |              |                              |                          | 1205.7          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 51.7   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.026  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 3.53E+5      | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 234.4           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.442E+7                     | 5.121E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.356E+7                     | 5.053E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | 0               |
| Fase 3b | -2.238E+5    | 5.522E+7                     | 6.766E+10                | -182.7          |
| Totale  |              |                              |                          | 51.7            |

**Sezione C4 S4**

### Verifica connessione trave soletta

#### Caratteristiche generali

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ ( $m^{-1}$ )   | 30    |
| Diametro dei pioli, $d$ (mm)                                | 22    |
| Altezza dei pioli, $h$ (mm)                                 | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                       | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$              | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u$ ( $N/mm^2$ )             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm}$ ( $N/mm^2$ )                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck}$ ( $N/mm^2$ ) | 37.35 |

#### Resistenza della connessione

|  |           |
|--|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$ , (N)                                      | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$ , (N) | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$ , (N)                                     | 109478.22 |

#### Verifica elastica allo SLU

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 631.2  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.175  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Fase 2a | 6.972E+5     | 7.184E+7             | 2.081E+11        | 240.6           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7             | 2.101E+11        | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 7.184E+7             | 2.081E+11        | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 1.099E+8             | 2.594E+11        | 0               |
| Fase 3b | 9.216E+5     | 1.099E+8             | 2.594E+11        | 390.6           |
| Totale  |              |                      |                  | 631.2           |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 208.9  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.058  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Fase 2a | 6.972E+5     | 7.184E+7             | 2.081E+11        | 240.6           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7             | 2.101E+11        | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 7.184E+7             | 2.081E+11        | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 1.099E+8             | 2.594E+11        | 0               |
| Fase 3b | -7.487E+4    | 1.099E+8             | 2.594E+11        | -31.7           |
| Totale  |              |                      |                  | 208.9           |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 1139.2 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.315  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Fase 2a | 6.972E+5     | 7.184E+7             | 2.081E+11        | 240.6           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7             | 2.101E+11        | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 7.184E+7             | 2.081E+11        | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 1.099E+8             | 2.594E+11        | 0               |

|         |         |          |           |        |
|---------|---------|----------|-----------|--------|
| Fase 3b | 2.12E+6 | 1.099E+8 | 2.594E+11 | 898.6  |
| Totale  |         |          |           | 1139.2 |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 202.8  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.056  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,A}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 6.972E+5     | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 240.6           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7                     | 2.101E+11                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | 0               |
| Fase 3b | -8.923E+4    | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | -37.8           |
| Totale  |              |                              |                          | 202.8           |

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 467.6  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.237  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,A}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 5.164E+5     | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 178.3           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7                     | 2.101E+11                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | 0               |
| Fase 3b | 6.827E+5     | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | 289.3           |
| Totale  |              |                              |                          | 467.6           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 154.7  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.079  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,A}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 5.164E+5     | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 178.3           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7                     | 2.101E+11                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | 0               |
| Fase 3b | -5.546E+4    | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | -23.5           |
| Totale  |              |                              |                          | 154.7           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 843.9  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.428  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,A}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 5.164E+5     | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 178.3           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7                     | 2.101E+11                | 0               |



|         |          |          |           |       |
|---------|----------|----------|-----------|-------|
| Fase 2c | 0E+00    | 7.184E+7 | 2.081E+11 | 0     |
| Fase 3a | 0E+00    | 1.099E+8 | 2.594E+11 | 0     |
| Fase 3b | 1.571E+6 | 1.099E+8 | 2.594E+11 | 665.6 |
| Totale  |          |          |           | 843.9 |

#### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 150.2  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.076  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

#### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 5.164E+5     | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 178.3           |
| Fase 2b | 0E+00        | 7.327E+7                     | 2.101E+11                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 7.184E+7                     | 2.081E+11                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | 0               |
| Fase 3b | -6.61E+4     | 1.099E+8                     | 2.594E+11                | -28             |
| Totale  |              |                              |                          | 150.2           |

### Sezione C5 S5

#### Verifica connessione trave soletta

##### Caratteristiche generali

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ (m <sup>-1</sup> )     | 30    |
| Diametro dei pioli, $d$ (mm)  | 22    |
| Altezza dei pioli, $h$ (mm)   | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                               | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$                      | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm}$ (N/mm <sup>2</sup> )                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 37.35 |

##### Resistenza della connessione

|  |           |
|--|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$ , (N)                                      | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$ , (N) | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$ , (N)                                     | 109478.22 |

#### Verifica elastica allo SLU

##### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -635.4 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.176  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

##### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -4.621E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -306.9          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | -4.03E+5     | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | -328.5          |
| Totale  |              |                              |                          | -635.4          |

##### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -819.2 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.227  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -4.621E+5    | 3.346E+7         | 5.037E+10    | -306.9          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7         | 5.104E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7         | 5.037E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 0               |
| Fase 3b | -6.284E+5    | 5.489E+7         | 6.734E+10    | -512.2          |
| Totale  |              |                  |              | -819.2          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | 2.7    |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.001  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -4.621E+5    | 3.346E+7         | 5.037E+10    | -306.9          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7         | 5.104E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7         | 5.037E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 0               |
| Fase 3b | 3.798E+5     | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 309.6           |
| Totale  |              |                  |              | 2.7             |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |         |
|---|---------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 3612.8  |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | -1682.9 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.466   |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |         |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -4.621E+5    | 3.346E+7         | 5.037E+10    | -306.9          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7         | 5.104E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7         | 5.037E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 0               |
| Fase 3b | -1.688E+6    | 5.489E+7         | 6.734E+10    | -1375.9         |
| Totale  |              |                  |              | -1682.9         |

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | -470.7 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.239  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.423E+5    | 3.346E+7         | 5.037E+10    | -227.4          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7         | 5.104E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7         | 5.037E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 0               |
| Fase 3b | -2.985E+5    | 5.489E+7         | 6.734E+10    | -243.3          |
| Totale  |              |                  |              | -470.7          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | -606.8 |

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$ | 0.308 |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>              |       |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.423E+5    | 3.346E+7         | 5.037E+10    | -227.4          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7         | 5.104E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7         | 5.037E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 0               |
| Fase 3b | -4.655E+5    | 5.489E+7         | 6.734E+10    | -379.4          |
| Totale  |              |                  |              | -606.8          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | 2      |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.001  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.423E+5    | 3.346E+7         | 5.037E+10    | -227.4          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7         | 5.104E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7         | 5.037E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 0               |
| Fase 3b | 2.814E+5     | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 229.3           |
| Totale  |              |                  |              | 2               |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |         |
|---|---------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$ | 1970.6  |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6     |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$               | -1246.6 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$  | 0.633   |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |         |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,4} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | -3.423E+5    | 3.346E+7         | 5.037E+10    | -227.4          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7         | 5.104E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7         | 5.037E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7         | 6.734E+10    | 0               |
| Fase 3b | -1.25E+6     | 5.489E+7         | 6.734E+10    | -1019.2         |
| Totale  |              |                  |              | -1246.6         |

**Sezione C5 S6**

**Verifica connessione trave soletta**

**Caratteristiche generali**

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n (m^{-1})$   | 30    |
| Diametro dei pioli, $d (mm)$                            | 22    |
| Altezza dei pioli, $h (mm)$                             | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                   | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$          | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u (N/mm^2)$             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm} (N/mm^2)$                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck} (N/mm^2)$ | 37.35 |

**Resistenza della connessione**

|   |           |
|---|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v, (N)$                                    | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v, (N)$ | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2}), (N)$   | 109478.22 |

**Verifica elastica allo SLU**

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -170.7 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.047  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.599E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -106.2          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | -7.916E+4    | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | -64.5           |
| Totale  |              |                              |                          | -170.7          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -367.9 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.102  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.599E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -106.2          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | -3.211E+5    | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | -261.7          |
| Totale  |              |                              |                          | -367.9          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 365.9  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.101  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.599E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -106.2          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | 5.792E+5     | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 472.1           |
| Totale  |              |                              |                          | 365.9           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 3612.8 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -932.5 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.258  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.599E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -106.2          |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | -1.014E+6    | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | -826.3          |
| Totale  |              |                              |                          | -932.5          |

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |        |
|--|--------|
| Resistenza di progetto per unità di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$   | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)              | -126.5 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$   | 0.064  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.184E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -78.7           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | -5.864E+4    | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | -47.8           |
| Totale  |              |                              |                          | -126.5          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |        |
|--|--------|
| Resistenza di progetto per unità di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$   | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)              | -272.5 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$   | 0.138  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.184E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -78.7           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | -2.378E+5    | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | -193.8          |
| Totale  |              |                              |                          | -272.5          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |        |
|--|--------|
| Resistenza di progetto per unità di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$   | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)              | 271    |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$   | 0.138  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.184E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -78.7           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |
| Fase 3b | 4.29E+5      | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 349.7           |
| Totale  |              |                              |                          | 271             |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |        |
|--|--------|
| Resistenza di progetto per unità di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1970.6 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$   | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)              | -690.8 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed}/v_{Rd}$   | 0.351  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | -1.184E+5    | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | -78.7           |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.431E+7                     | 5.104E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.346E+7                     | 5.037E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.489E+7                     | 6.734E+10                | 0               |

|         |          |          |           |        |
|---------|----------|----------|-----------|--------|
| Fase 3b | -7.51E+5 | 5.489E+7 | 6.734E+10 | -612.1 |
| Totale  |          |          |           | -690.8 |

### Sezione C6 SM

#### Verifica connessione trave soletta

##### Caratteristiche generali

|   |       |
|---|-------|
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ ( $m^{-1}$ )   | 20    |
| Diametro dei pioli, $d$ (mm)                                | 22    |
| Altezza dei pioli, $h$ (mm)                                 | 200   |
| Resistenza ultima dei pioli, $\alpha$                       | 1     |
| Coefficiente di sicurezza parziale, $\gamma_v$              | 1.25  |
| Resistenza ultima dei pioli, $f_u$ ( $N/mm^2$ )             | 450   |
| Coefficiente $E_{cm}$ ( $N/mm^2$ )                          | 34625 |
| Resistenza caratteristica cilindrica, $f_{ck}$ ( $N/mm^2$ ) | 37.35 |

##### Resistenza della connessione

|  |           |
|--|-----------|
| Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$ , (N)                                      | 109478.22 |
| Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$ , (N) | 127695.79 |
| Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$ , (N)                                     | 109478.22 |

#### Verifica elastica allo SLU

##### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 77.5   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.032  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

##### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7              | 4.952E+10        | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7             | 5.021E+10        | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7              | 4.952E+10        | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7              | 6.663E+10        | 0               |
| Fase 3b | 9.462E+4     | 5.46E+7              | 6.663E+10        | 77.5            |
| Totale  |              |                      |                  | 77.5            |

##### Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -453.5 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.188  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

##### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ ( $mm^3$ ) | $J_y$ ( $mm^4$ ) | $V_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7              | 4.952E+10        | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7             | 5.021E+10        | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7              | 4.952E+10        | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7              | 6.663E+10        | 0               |
| Fase 3b | -5.534E+5    | 5.46E+7              | 6.663E+10        | -453.5          |
| Totale  |              |                      |                  | -453.5          |

##### Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 665.9  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.276  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

##### Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,A} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7          | 4.952E+10    | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7         | 5.021E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7          | 4.952E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7          | 6.663E+10    | 0               |
| Fase 3b | 8.127E+5     | 5.46E+7          | 6.663E+10    | 665.9           |
| Totale  |              |                  |              | 665.9           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

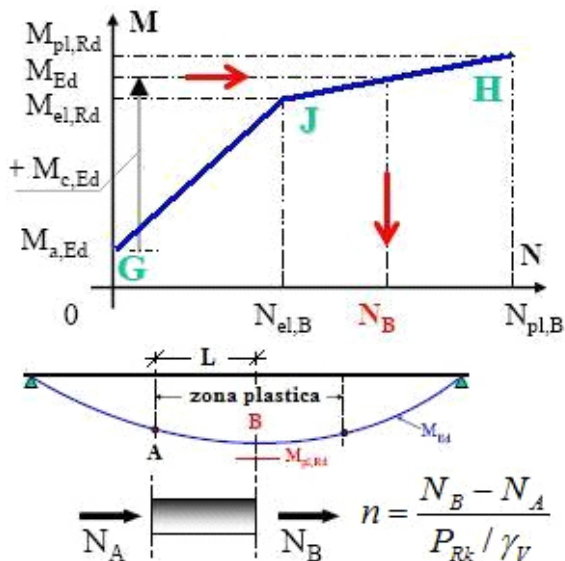
|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 2408.5 |
| Fattore di amplificazione, $\kappa_s$   | 1.10   |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -666.3 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.277  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed} (N)$ | $S_{y,A} (mm^3)$ | $J_y (mm^4)$ | $V_{Ed} (N/mm)$ |
|---------|--------------|------------------|--------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7          | 4.952E+10    | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7         | 5.021E+10    | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7          | 4.952E+10    | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7          | 6.663E+10    | 0               |
| Fase 3b | -8.131E+5    | 5.46E+7          | 6.663E+10    | -666.3          |
| Totale  |              |                  |              | -666.3          |

Verifica plastica allo SLU

Diagramma di interazione M-N nella sezione di massima plasticizzazione (Sezione B).(Comb. Mmin)



|  |          |
|--|----------|
| Momento resistente elastico (Momento che porta a snervamento la piattabanda superiore e/o inferiore), $M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k * M_{c,Ed}$ (Nm) | 2.406E+7 |
| Momento agente in Fase 1, $M_{a,Ed}$ (Nm)  | 2.563E+6 |
| Momento agente nelle fasi successive alla Fase 1, $M_{c,Ed}$ (Nm)  | 1.273E+7 |
| Coefficiente moltiplicativo che riporta il diagramma di tensioni in fase 3 ad un diagramma al limite elastico, $k$                               | 1.689    |

|   |          |
|---|----------|
| Sforzo normale nella soletta correlato ad $M_{el,Rd}$ , $N_{el,B}$ (N)  | 0E+00    |
| Momento resistente plastico, $M_{pl,Rd}$ (Nm)   | 2.732E+7 |
| Azione assiale plastica nella soletta congruente con $M_{pl,Rd}$ , $N_{pl,B}$ (N)                                     | 2.245E+7 |
| Azione assiale nella soletta al limite della zona plastica (Sezione A), $N_A$ (N)                                     | 0E+00    |
| Momento di progetto totale a SLU nella sezione B in fase 3, $M_{Ed}$ (Nm)   | 0E+00    |
| Sforzo normale nella soletta correlato ad $M_{Ed}$ , $N_B$ (N)  | 0E+00    |
| Distanza fra le sezione A e B, L (m)  | 5        |
| Numero minimo di pioli per unita' di lunghezza necessario in zona plastica, $(N_B - N_A) / (P_{Rd} * L)$ ( $m^{-1}$ ) | 0        |
| Numero di pioli per unita' di lunghezza, $n$ ( $m^{-1}$ )   | 20       |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |          |

Verifica elastica allo SLE

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 57.4   |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.044  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $v_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7                     | 5.021E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7                      | 6.663E+10                | 0               |
| Fase 3b | 7.009E+4     | 5.46E+7                      | 6.663E+10                | 57.4            |
| Totale  |              |                              |                          | 57.4            |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -335.9 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.256  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $v_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7                     | 5.021E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7                      | 6.663E+10                | 0               |
| Fase 3b | -4.099E+5    | 5.46E+7                      | 6.663E+10                | -335.9          |
| Totale  |              |                              |                          | -335.9          |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmax)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | 493.3  |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.375  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmax)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $v_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7                     | 5.021E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7                      | 6.663E+10                | 0               |
| Fase 3b | 6.02E+5      | 5.46E+7                      | 6.663E+10                | 493.3           |
| Totale  |              |                              |                          | 493.3           |

**Coefficiente di utilizzo (Comb. Vmin)**

|   |        |
|---|--------|
| Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm) | 1313.7 |
| Fattore di riduzione, $\kappa_s$  | 0.6    |
| Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed}$ (N/mm)               | -493.6 |
| Coefficiente di utilizzo $v_{Ed} / v_{Rd}$  | 0.376  |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>   |        |

**Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Vmin)**

| Fase    | $V_{Ed}$ (N) | $S_{y,4}$ (mm <sup>3</sup> ) | $J_y$ (mm <sup>4</sup> ) | $v_{Ed}$ (N/mm) |
|---------|--------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Fase 2a | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 2b | 0E+00        | 3.474E+7                     | 5.021E+10                | 0               |
| Fase 2c | 0E+00        | 3.39E+7                      | 4.952E+10                | 0               |
| Fase 3a | 0E+00        | 5.46E+7                      | 6.663E+10                | 0               |



|         |           |         |           |        |
|---------|-----------|---------|-----------|--------|
| Fase 3b | -6.023E+5 | 5.46E+7 | 6.663E+10 | -493.6 |
|         |           |         | Totale    | -493.6 |

### 9.3.5 VERIFICHE A FATICA

Le verifiche a fatica vengono eseguite seguendo i criteri già esposti precedentemente con riferimento alle sezioni della trave metallica. Con riferimento alla piolatura vengono condotte tre tipologie di verifica:

- rottura del piolo;
- rottura della lamiera su cui è saldato il piolo;
- rottura combinata di piolo e lamiera

La tabella seguente riporta, per tutte le sezioni esaminate, separatamente i coefficienti di sicurezza nei confronti della rottura del piolo ( $\eta_1$ ), rottura della piattabanda ( $\eta_2$ ) e rottura combinata ( $\eta_3$ ).

| Sezione | X (m) | Combinazione      | Pioli Eta1 | Pioli Eta2 | Pioli Eta3 |
|---------|-------|-------------------|------------|------------|------------|
| C1_S0   | 0     | SL fatica., M max | 0.67       | 0.003      | 0.518      |
| C1_S0   | 0     | SL fatica., M min | 0.67       | 0.003      | 0.518      |
| C1_S0   | 0     | SL fatica., Vmax  | 0.958      | 0.002      | 0.739      |
| C1_S0   | 0     | SL fatica., Vmin  | 0.958      | 0.002      | 0.739      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., M max | 0.267      | 0.12       | 0.297      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., M min | 0.267      | 0.12       | 0.297      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., Vmax  | 0.535      | 0.045      | 0.446      |
| C1_S1   | 8     | SL fatica., Vmin  | 0.535      | 0.045      | 0.446      |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., M max | 0.238      | 0.149      | 0.298      |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., M min | 0.238      | 0.149      | 0.298      |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., Vmax  | 0.891      | 0.002      | 0.687      |
| C2_S2   | 18    | SL fatica., Vmin  | 0.891      | 0.002      | 0.687      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., M max | 0.309      | 0.526      | 0.643      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., M min | 0.309      | 0.526      | 0.643      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., Vmax  | 0.708      | 0.012      | 0.553      |
| C3_S3   | 25.5  | SL fatica., Vmin  | 0.708      | 0.012      | 0.553      |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., M max | 0.064      | 0.323      | 0.298      |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., M min | 0.064      | 0.323      | 0.298      |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., Vmax  | 0.434      | 0.229      | 0.51       |
| C4_S4   | 31    | SL fatica., Vmin  | 0.434      | 0.229      | 0.51       |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., M max | 0.329      | 0.441      | 0.592      |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., M min | 0.329      | 0.441      | 0.592      |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., Vmax  | 0.718      | 0.007      | 0.558      |
| C5_S5   | 36.5  | SL fatica., Vmin  | 0.718      | 0.007      | 0.558      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., M max | 0.043      | 0.153      | 0.151      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., M min | 0.043      | 0.153      | 0.151      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., Vmax  | 0.566      | 0.014      | 0.446      |
| C5_S6   | 44.5  | SL fatica., Vmin  | 0.566      | 0.014      | 0.446      |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., M max | 0.257      | 0.165      | 0.325      |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., M min | 0.257      | 0.165      | 0.325      |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., Vmax  | 0.881      | 0          | 0.678      |
| C6_SM   | 50    | SL fatica., Vmin  | 0.881      | 0          | 0.678      |

TABELLA 9-12. VERIFICA A FATICA PIOLATURA – OUTPUT SINTETICO

Come si può notare dall'esame della tabella, la sicurezza a fatica della piolatura appare soddisfatta.

Di seguito si illustrano i risultati del programma di verifica per le sezioni rappresentative per le combinazioni dimensionanti.

**Sezione C1 S0**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.55E+5 | 3.46E+4  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | 4.37E+4  | -6.67E+3 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.8                   | 0                            | -0.2                  | 31.7                          | 0.8                    | 31.5                          | -0.2                   | 0.3                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.7                   | 0                            | -0.1                  | 28.3                          | 0.7                    | 28.2                          | -0.1                   | 0.2                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0                     | 0              | -1.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 0     | 0                     | 0              | 24.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.5                   | 0                            | -0.1                  | 24.3                          | 0.5                    | 24.2                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | 0     | 0                     | 0              | 23.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0.5                   | 0                            | -0.1                  | 23.5                          | 0.5                    | 23.4                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 16.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 16.7                          | 0                      | 16.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 0     | 0                     | 0              | -2.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | -0.5                  | 0.1                          | 0.1                   | -2.8                          | -0.5                   | -2.2                          | 0.1                    | 0.6                        |
| $\sigma_0$ | 0     | 0                     | 0              | -3.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | -0.6                  | 0.1                          | 0.1                   | -4.2                          | -0.6                   | -3.6                          | 0.1                    | 0.6                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.4                         | -0.3                  | 0.1                          | 0                     | -0.7                          | -0.7                   | -0.3                          | -0.3                   | 0.5                        |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3                 | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -13.2                        | -12.8                 | 1.6                          | 1.6                   | -39.1                         | -39.1                  | -24.4                         | -24.4                  | 14.8                       |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5                 | -11.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -13.2                        | -14                   | 1.6                          | 1.7                   | -44.8                         | -44.8                  | -30                           | -30                    | 14.8                       |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2                  | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.2                        | -12.8                 | 1.4                          | 1.6                   | -40.4                         | -40.4                  | -27.8                         | -27.8                  | 12.6                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.55E+5 | 3.46E+4  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | 4.37E+4  | -6.67E+3 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0    | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0    | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.8                   | 0                            | -0.2                  | 31.7                          | 0.8                    | 31.5                          | -0.2                   | 0.3                        |
| $\sigma_6$ | 0    | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.7                   | 0                            | -0.1                  | 28.3                          | 0.7                    | 28.2                          | -0.1                   | 0.2                        |

|            |       |       |       |      |   |   |   |   |   |       |       |     |      |       |       |       |       |      |   |
|------------|-------|-------|-------|------|---|---|---|---|---|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|---|
| $\sigma_5$ | 0     | 0     | 0     | -1.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0   | 0    | 0     | -1.6  | 0     | -1.7  | 0    | 0 |
| $\sigma_4$ | 0     | 0     | 0     | 24.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1   | 0.5   | 0   | -0.1 | 24.3  | 0.5   | 24.2  | -0.1  | 0.1  |   |
| $\sigma_3$ | 0     | 0     | 0     | 23.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0.5   | 0   | -0.1 | 23.5  | 0.5   | 23.4  | -0.1  | 0.1  |   |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 16.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0   | 0    | 16.7  | 0     | 16.7  | 0     | 0    |   |
| $\sigma_1$ | 0     | 0     | 0     | -2.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.5  | -0.5  | 0.1 | 0.1  | -2.8  | -0.5  | -2.2  | 0.1   | 0.6  |   |
| $\sigma_0$ | 0     | 0     | 0     | -3.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.5  | -0.6  | 0.1 | 0.1  | -4.2  | -0.6  | -3.6  | 0.1   | 0.6  |   |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3  | -0.2  | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.4  | -0.3  | 0.1 | 0    | -0.7  | -0.7  | -0.3  | -0.3  | 0.5  |   |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3 | -10.1 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13.2 | -12.8 | 1.6 | 1.6  | -39.1 | -39.1 | -24.4 | -24.4 | 14.8 |   |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5 | -11.1 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -13.2 | -14   | 1.6 | 1.7  | -44.8 | -44.8 | -30   | -30   | 14.8 |   |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2  | -10.1 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -11.2 | -12.8 | 1.4 | 1.6  | -40.4 | -40.4 | -27.8 | -27.8 | 12.6 |   |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |   |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00  |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 4.39E+4  | -6.66E+3 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.26E+5 | 2.75E+4  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.2                         | 0.2                   | 0.7                          | 0.7                   | 31.5                          | -0.2                   | 31.7                          | 0.7                    | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0.1                   | 0.6                          | 0.6                   | 28.2                          | -0.1                   | 28.3                          | 0.6                    | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0                     | 0              | -1.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.7                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 0     | 0                     | 0              | 24.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0.1                   | 0.4                          | 0.4                   | 24.2                          | -0.1                   | 24.3                          | 0.4                    | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | 0     | 0                     | 0              | 23.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0                     | 0.4                          | 0.4                   | 23.4                          | -0.1                   | 23.5                          | 0.4                    | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 16.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 16.7                          | 0                      | 16.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 0     | 0                     | 0              | -2.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.4                  | -2.2                          | 0.1                    | -2.7                          | -0.4                   | 0.5                        |
| $\sigma_0$ | 0     | 0                     | 0              | -3.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.5                  | -3.6                          | 0.1                    | -4.1                          | -0.5                   | 0.5                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.6                         | -0.4                  | -0.3                          | -0.3                   | -1                            | -1                     | 0.7                        |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3                 | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.6                   | -19.5                        | -19                   | -24.3                         | -24.3                  | -45.5                         | -45.5                  | 21.1                       |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5                 | -11.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.7                   | -19.5                        | -20.7                 | -30                           | -30                    | -51.2                         | -51.2                  | 21.2                       |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2                  | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.6                   | -16.6                        | -18.9                 | -27.8                         | -27.8                  | -45.8                         | -45.8                  | 18                         |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

| Fase | N (N) | V (N) | M (Nm) | T (Nm) |
|------|-------|-------|--------|--------|
|------|-------|-------|--------|--------|

|          |         |          |          |       |
|----------|---------|----------|----------|-------|
| 1        | 0E+00   | -4.54E+5 | 0E+00    | 0E+00 |
| 2a       | 0E+00   | -2.81E+5 | 0E+00    | 0E+00 |
| 2b       | 1.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| Rit.Iso  | 3.03E+6 | 0        | 1.38E+6  | 0     |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0     |
| 3b max   | 0E+00   | 4.39E+4  | -6.66E+3 | 0E+00 |
| 3b max   | 0E+00   | -5.26E+5 | 2.75E+4  | 0E+00 |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0                     | 0              | -1.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.2                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 0                     | 0              | 31.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.2                  | 0.2                          | 0.7                   | 31.5                          | -0.2                   | 31.7                          | 0.7                    | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 0                     | 0              | 28.2                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.1                  | 0.1                          | 0.6                   | 28.2                          | -0.1                   | 28.3                          | 0.6                    | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0                     | 0              | -1.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -1.7                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 0     | 0                     | 0              | 24.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.1                  | 0.1                          | 0.4                   | 24.2                          | -0.1                   | 24.3                          | 0.4                    | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | 0     | 0                     | 0              | 23.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | -0.1                  | 0                            | 0.4                   | 23.4                          | -0.1                   | 23.5                          | 0.4                    | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 16.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 16.7                          | 0                      | 16.7                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 0     | 0                     | 0              | -2.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.4                  | -2.2                          | 0.1                    | -2.7                          | -0.4                   | 0.5                        |
| $\sigma_0$ | 0     | 0                     | 0              | -3.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.4                         | -0.5                  | -3.6                          | 0.1                    | -4.1                          | -0.5                   | 0.5                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.6                         | -0.4                  | -0.3                          | -0.3                   | -1                            | -1                     | 0.7                        |
| $\tau_3$   | -15.6 | -10.3                 | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.6                   | -19.5                        | -19                   | -24.3                         | -24.3                  | -45.5                         | -45.5                  | 21.1                       |
| $\tau_2$   | -21.1 | -10.5                 | -11.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.7                   | -19.5                        | -20.7                 | -30                           | -30                    | -51.2                         | -51.2                  | 21.2                       |
| $\tau_1$   | -20   | -9.2                  | -10.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.6                   | -16.6                        | -18.9                 | -27.8                         | -27.8                  | -45.8                         | -45.8                  | 18                         |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.24 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.66 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.2 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.64 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | $2.34 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 2.865 > 2 \Rightarrow 2$ (Campata)              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | $2.526 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 3.093$ (Campata)                               |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:   | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):  | 31   |
|  | Luce per il taglio (m):   | 12.4   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{ml}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):                           | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :                      | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$               | Vita di progetto in anni:   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:  | High consequence   |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:                      | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | $1.55 \times 1.133 \times 1 \times 1 = 1.756$  |

|   |               |      |
|---|---------------|------|
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli: | $\gamma_{Ff}$ | 1    |
|   | $\gamma_{Mf}$ | 1.15 |

**Verifica a fatica dei pioli**

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 52.47 / (90 / 1.15) = 0.67$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.16 / (80 / 1.35) = 0.003$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.67 + 0.003 = 0.673$           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                    |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 52.47 / (90 / 1.15) = 0.67$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.16 / (80 / 1.35) = 0.003$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.67 + 0.003 = 0.673$           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                    |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 75 / (90 / 1.15) = 0.958$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.13 / (80 / 1.35) = 0.002$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.958 + 0.002 = 0.961$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                    |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 75 / (90 / 1.15) = 0.958$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.13 / (80 / 1.35) = 0.002$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.958 + 0.002 = 0.961$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                    |

**Sezione C1 S1**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.16E+4  | 2.14E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.27E+5 | -1.64E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -1.8                         | 0                     | -0.8                          | 0                      | -2.8                          | 0                      | 2.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -32.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 5.2                   | -10                          | -39.5                 | -13.6                         | -27.5                  | -25                           | -72.2                  | 11.3                       |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.6                 | -27.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.9                          | 4.3                   | -6.8                         | -33.2                 | -10.7                         | -23.1                  | -18.4                         | -60.6                  | 7.7                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.8                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 0.9                        |
| $\sigma_4$ | -90   | -7.7                  | -21.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 3.4                   | -3.1                         | -25.8                 | -97.3                         | -107.9                 | -100.8                        | -137.1                 | 3.5                        |
| $\sigma_3$ | -85.9 | -6.9                  | -20            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 3.2                   | -2.3                         | -24.2                 | -92.4                         | -102.7                 | -95.1                         | -130.1                 | 2.6                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 39.5  | 18.8                  | 20.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.9                         | -3.2                  | 22                           | 24.5                  | 55.4                          | 56.5                   | 80.3                          | 84.2                   | 24.9                       |
| $\sigma_0$ | 46.3  | 20.2                  | 22.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3                           | -3.5                  | 23.3                         | 27.1                  | 63.4                          | 65.2                   | 89.8                          | 95.8                   | 26.4                       |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.2                         | -0.1                  | -0.1                          | -0.1                   | -0.2                          | -0.2                   | 0.2                        |
| $\tau_3$   | -3.7  | -3.1                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 1.1                   | -4.7                         | -4.6                  | -5.6                          | -5.6                   | -11.5                         | -11.5                  | 5.9                        |
| $\tau_2$   | -5    | -3.1                  | -3.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 1.2                   | -4.7                         | -5                    | -7                            | -7                     | -12.9                         | -12.9                  | 5.9                        |
| $\tau_1$   | -4.8  | -2.7                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 1.1                   | -4                           | -4.6                  | -6.5                          | -6.5                   | -11.5                         | -11.5                  | 5                          |

|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| τ <sub>0</sub> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.76 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.49 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.83 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.16E+4  | 2.14E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.27E+5 | -1.64E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

|                | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | Δσ, Δτ |
|----------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|
| σ <sub>8</sub> | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -1.8                         | 0                     | -0.8                   | 0                      | -2.8                          | 0                      | 2.1    |
| σ <sub>7</sub> | 0     | -14.9                 | -32.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 5.2                   | -10                          | -39.5                 | -13.6                  | -27.5                  | -25                           | -72.2                  | 11.3   |
| σ <sub>6</sub> | 0     | -11.6                 | -27.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.9                          | 4.3                   | -6.8                         | -33.2                 | -10.7                  | -23.1                  | -18.4                         | -60.6                  | 7.7    |
| σ <sub>5</sub> | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.8                         | 0                     | -0.5                   | 0                      | -1.4                          | 0                      | 0.9    |
| σ <sub>4</sub> | -90   | -7.7                  | -21.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 3.4                   | -3.1                         | -25.8                 | -97.3                  | -107.9                 | -100.8                        | -137.1                 | 3.5    |
| σ <sub>3</sub> | -85.9 | -6.9                  | -20            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 3.2                   | -2.3                         | -24.2                 | -92.4                  | -102.7                 | -95.1                         | -130.1                 | 2.6    |
| σ <sub>2</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                      | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |
| σ <sub>1</sub> | 39.5  | 18.8                  | 20.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.9                         | -3.2                  | 22                           | 24.5                  | 55.4                   | 56.5                   | 80.3                          | 84.2                   | 24.9   |
| σ <sub>0</sub> | 46.3  | 20.2                  | 22.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3                           | -3.5                  | 23.3                         | 27.1                  | 63.4                   | 65.2                   | 89.8                          | 95.8                   | 26.4   |
| τ <sub>4</sub> | 0     | -0.1                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.2                         | -0.1                  | -0.1                   | -0.1                   | -0.2                          | -0.2                   | 0.2    |
| τ <sub>3</sub> | -3.7  | -3.1                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 1.1                   | -4.7                         | -4.6                  | -5.6                   | -5.6                   | -11.5                         | -11.5                  | 5.9    |
| τ <sub>2</sub> | -5    | -3.1                  | -3.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 1.2                   | -4.7                         | -5                    | -7                     | -7                     | -12.9                         | -12.9                  | 5.9    |
| τ <sub>1</sub> | -4.8  | -2.7                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 1.1                   | -4                           | -4.6                  | -6.5                   | -6.5                   | -11.5                         | -11.5                  | 5      |
| τ <sub>0</sub> | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                      | 0                      | 0                             | 0                      | 0      |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.76 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.49 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.83 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 8.43E+4  | -9.07E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.34E+5 | -1.6E+6  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | 0                     | -1.8                         | 0                     | -2                            | 0                      | -2.8                          | 0                      | 0.8                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -32.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.5                         | -21.8                 | -9.8                         | -38.6                 | -20.5                         | -54.5                  | -24.7                         | -71.3                  | 4.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.6                 | -27.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.8                         | -18.3                 | -6.7                         | -32.4                 | -15.4                         | -45.7                  | -18.3                         | -59.8                  | 2.9                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.1                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 0.3                        |
| $\sigma_4$ | -90   | -7.7                  | -21.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -14.2                 | -3.1                         | -25.2                 | -99.4                         | -125.5                 | -100.7                        | -136.4                 | 1.3                        |
| $\sigma_3$ | -85.9 | -6.9                  | -20            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3                         | -13.3                 | -2.3                         | -23.6                 | -94                           | -119.2                 | -95                           | -129.5                 | 1                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 39.5  | 18.8                  | 20.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.1                         | 13.5                  | 21.5                         | 23.9                  | 70.4                          | 73.2                   | 79.7                          | 83.6                   | 9.3                        |
| $\sigma_0$ | 46.3  | 20.2                  | 22.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.9                         | 15                    | 22.7                         | 26.5                  | 79.3                          | 83.7                   | 89.2                          | 95.2                   | 9.9                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.3                         | -0.2                  | 0                             | 0                      | -0.4                          | -0.4                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | -3.7  | -3.1                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3                     | -8.7                         | -8.4                  | -3.7                          | -3.7                   | -15.4                         | -15.4                  | 11.8                       |
| $\tau_2$   | -5    | -3.1                  | -3.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3.3                   | -8.7                         | -9.2                  | -5                            | -5                     | -16.8                         | -16.8                  | 11.8                       |
| $\tau_1$   | -4.8  | -2.7                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.7                          | 3                     | -7.4                         | -8.4                  | -4.8                          | -4.8                   | -14.9                         | -14.9                  | 10                         |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.01 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.05 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.78 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.4 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -1.08E+5 | -2.24E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -8.3E+4  | -1.36E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 2.38E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 8.43E+4  | -9.07E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.34E+5 | -1.6E+6  | 0E+00  |

Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | 0                     | -1.8                         | 0                     | -2                            | 0                      | -2.8                          | 0                      | 0.8                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -32.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.5                         | -21.8                 | -9.8                         | -38.6                 | -20.5                         | -54.5                  | -24.7                         | -71.3                  | 4.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.6                 | -27.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.8                         | -18.3                 | -6.7                         | -32.4                 | -15.4                         | -45.7                  | -18.3                         | -59.8                  | 2.9                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.5                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.1                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 0.3                        |
| $\sigma_4$ | -90   | -7.7                  | -21.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -14.2                 | -3.1                         | -25.2                 | -99.4                         | -125.5                 | -100.7                        | -136.4                 | 1.3                        |
| $\sigma_3$ | -85.9 | -6.9                  | -20            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3                         | -13.3                 | -2.3                         | -23.6                 | -94                           | -119.2                 | -95                           | -129.5                 | 1                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 39.5  | 18.8                  | 20.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.1                         | 13.5                  | 21.5                         | 23.9                  | 70.4                          | 73.2                   | 79.7                          | 83.6                   | 9.3                        |
| $\sigma_0$ | 46.3  | 20.2                  | 22.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.9                         | 15                    | 22.7                         | 26.5                  | 79.3                          | 83.7                   | 89.2                          | 95.2                   | 9.9                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0.1                   | -0.3                         | -0.2                  | 0                             | 0                      | -0.4                          | -0.4                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | -3.7  | -3.1                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3                     | -8.7                         | -8.4                  | -3.7                          | -3.7                   | -15.4                         | -15.4                  | 11.8                       |
| $\tau_2$   | -5    | -3.1                  | -3.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.1                          | 3.3                   | -8.7                         | -9.2                  | -5                            | -5                     | -16.8                         | -16.8                  | 11.8                       |
| $\tau_1$   | -4.8  | -2.7                  | -3             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.7                          | 3                     | -7.4                         | -8.4                  | -4.8                          | -4.8                   | -14.9                         | -14.9                  | 10                         |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.01 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.05 N/mm<sup>2</sup>



- La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)  
3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.78 N/mm<sup>2</sup>  
4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.4 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | $2.34 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 2.865 > 2 \Rightarrow 2$ (Campata)              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | $2.526 \times 1.224 \times 1 \times 1 = 3.093$ (Campata)                               |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:   | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):  | 31   |
|  | Luce per il taglio (m):   | 12.4   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{mi}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):                           | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :                      | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$               | Vita di progetto in anni:   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:  | High consequence   |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:                      | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | $1.55 \times 1.133 \times 1 \times 1 = 1.756$  |
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli:                | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.15   |

Verifica a fatica dei pioli

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 20.88 / (90 / 1.15) = 0.267$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 7.09 / (80 / 1.35) = 0.12^*$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.267 + 0.12 = 0.387^*$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

(\* ) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 20.88 / (90 / 1.15) = 0.267$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 7.09 / (80 / 1.35) = 0.12^*$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.267 + 0.12 = 0.387^*$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

(\* ) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 41.87 / (90 / 1.15) = 0.535$  |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 2.66 / (80 / 1.35) = 0.045^*$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.535 + 0.045 = 0.58^*$           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                      |

(\* ) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 41.87 / (90 / 1.15) = 0.535$  |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 2.66 / (80 / 1.35) = 0.045^*$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.535 + 0.045 = 0.58^*$           |

**VERIFICA SODDISFATTA**

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Sezione C2 S2**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.56E+4  | 3.94E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.96E+4 | -1.77E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -1.9                         | 0                     | -0.7                          | 0                      | -3                            | 0                      | 2.3                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1                 | -54.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 14.7                  | -10.2                        | -66.1                 | -14.8                         | -39.9                  | -27.3                         | -120.7                 | 12.5                       |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6                 | -47.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 12.7                  | -7.2                         | -57.1                 | -12                           | -34.5                  | -20.8                         | -104.3                 | 8.8                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -0.9                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 1.1                        |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6                  | -38.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.8                          | 10.4                  | -3.6                         | -46.6                 | -105.6                        | -125                   | -110                          | -181.9                 | 4.4                        |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8                  | -36.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 9.9                   | -2.8                         | -44.3                 | -100.7                        | -119.4                 | -104.2                        | -173.6                 | 3.5                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4                  | 19.7           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.5                         | -5.3                  | 20.4                         | 23.8                  | 47.6                          | 49.1                   | 72.5                          | 78.2                   | 24.9                       |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1                  | 23.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.9                         | -6.3                  | 21.9                         | 28.3                  | 57.4                          | 60.2                   | 84.1                          | 94.8                   | 26.8                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0                             | 0                      | -0.1                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9                  | -0.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.4                   | -2.4                         | -2.3                  | 0.8                           | 0.8                    | -3                            | -3                     | 3.8                        |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9                  | -1             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.6                   | -2.4                         | -2.8                  | 0.9                           | 0.9                    | -2.9                          | -2.9                   | 3.8                        |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8                  | -0.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 1.6                   | -2.1                         | -2.6                  | 0.8                           | 0.8                    | -2.6                          | -2.6                   | 3.4                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.99 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.61 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.56E+4  | 3.94E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.96E+4 | -1.77E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

|  | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|--|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
|--|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|

|            |       |       |       |   |   |   |   |   |   | Max  |      | Min   |       | Max    |        | Min    |        |      |
|------------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4  | 0    | -1.9  | 0     | -0.7   | 0      | -3     | 0      | 2.3  |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1 | -54.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.3  | 14.7 | -10.2 | -66.1 | -14.8  | -39.9  | -27.3  | -120.7 | 12.5 |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6 | -47.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6  | 12.7 | -7.2  | -57.1 | -12    | -34.5  | -20.8  | -104.3 | 8.8  |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2  | 0    | -0.9  | 0     | -0.5   | 0      | -1.6   | 0      | 1.1  |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6  | -38.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8  | 10.4 | -3.6  | -46.6 | -105.6 | -125   | -110   | -181.9 | 4.4  |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8  | -36.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6  | 9.9  | -2.8  | -44.3 | -100.7 | -119.4 | -104.2 | -173.6 | 3.5  |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0    |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4  | 19.7  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4.5 | -5.3 | 20.4  | 23.8  | 47.6   | 49.1   | 72.5   | 78.2   | 24.9 |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1  | 23.4  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4.9 | -6.3 | 21.9  | 28.3  | 57.4   | 60.2   | 84.1   | 94.8   | 26.8 |
| $\tau_4$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | -0.1  | 0     | 0      | 0      | -0.1   | -0.1   | 0.1  |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9  | -0.8  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.4  | 1.4  | -2.4  | -2.3  | 0.8    | 0.8    | -3     | -3     | 3.8  |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9  | -1    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.4  | 1.6  | -2.4  | -2.8  | 0.9    | 0.9    | -2.9   | -2.9   | 3.8  |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8  | -0.9  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.3  | 1.6  | -2.1  | -2.6  | 0.8    | 0.8    | -2.6   | -2.6   | 3.4  |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.99 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.61 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.86E+5  | -1.65E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.7E+5  | -1.68E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | 0                     | -1.8                         | 0                     | -2.9                          | 0                      | -2.9                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1                 | -54.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -9.5                         | -61.5                 | -9.7                         | -62.6                 | -26.6                         | -116.1                 | -26.8                         | -117.3                 | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6                 | -47.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -6.7                         | -53.1                 | -6.8                         | -54.1                 | -20.3                         | -100.3                 | -20.5                         | -101.3                 | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6                  | -38.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.4                         | -43.4                 | -3.4                         | -44.2                 | -109.8                        | -178.7                 | -109.9                        | -179.5                 | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8                  | -36.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.7                         | -41.3                 | -2.7                         | -42                   | -104                          | -170.6                 | -104.1                        | -171.3                 | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4                  | 19.7           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 18.9                         | 22.1                  | 19.3                         | 22.5                  | 71.1                          | 76.5                   | 71.4                          | 76.9                   | 0.4                        |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1                  | 23.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 20.4                         | 26.3                  | 20.8                         | 26.8                  | 82.6                          | 92.8                   | 83                            | 93.3                   | 0.4                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.1                   | -0.2                         | -0.1                  | 0.2                           | 0.2                    | -0.2                          | -0.2                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9                  | -0.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 7.2                   | -6.8                         | -6.6                  | 6.9                           | 6.9                    | -7.4                          | -7.4                   | 14.3                       |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9                  | -1             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 8.6                   | -6.9                         | -7.8                  | 7                             | 7                      | -7.4                          | -7.4                   | 14.4                       |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8                  | -0.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.7                          | 8.2                   | -6.1                         | -7.5                  | 6.2                           | 6.2                    | -6.5                          | -6.5                   | 12.7                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.86 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.57 N/mm<sup>2</sup>

La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.9E+3   | -2.38E+6 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -2.15E+4 | -1.46E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 1.34E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.86E+5  | -1.65E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.7E+5  | -1.68E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | 0                     | -1.8                  | 0                     | -2.9                          | 0                      | -2.9                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -17.1                 | -54.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -9.5                         | -61.5                 | -9.7                  | -62.6                 | -26.6                         | -116.1                 | -26.8                         | -117.3                 | 0.2                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -13.6                 | -47.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -6.7                         | -53.1                 | -6.8                  | -54.1                 | -20.3                         | -100.3                 | -20.5                         | -101.3                 | 0.1                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.8                  | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | -96.8 | -9.6                  | -38.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.4                         | -43.4                 | -3.4                  | -44.2                 | -109.8                        | -178.7                 | -109.9                        | -179.5                 | 0.1                        |
| $\sigma_3$ | -92.6 | -8.8                  | -36.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.7                         | -41.3                 | -2.7                  | -42                   | -104                          | -170.6                 | -104.1                        | -171.3                 | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 34.7  | 17.4                  | 19.7           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 18.9                         | 22.1                  | 19.3                  | 22.5                  | 71.1                          | 76.5                   | 71.4                          | 76.9                   | 0.4                        |
| $\sigma_0$ | 43.1  | 19.1                  | 23.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 20.4                         | 26.3                  | 20.8                  | 26.8                  | 82.6                          | 92.8                   | 83                            | 93.3                   | 0.4                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.1                   | -0.2                  | -0.1                  | 0.2                           | 0.2                    | -0.2                          | -0.2                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | 0.3   | -0.9                  | -0.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 7.2                   | -6.8                  | -6.6                  | 6.9                           | 6.9                    | -7.4                          | -7.4                   | 14.3                       |
| $\tau_2$   | 0.4   | -0.9                  | -1             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 7.5                          | 8.6                   | -6.9                  | -7.8                  | 7                             | 7                      | -7.4                          | -7.4                   | 14.4                       |
| $\tau_1$   | 0.3   | -0.8                  | -0.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.7                          | 8.2                   | -6.1                  | -7.5                  | 6.2                           | 6.2                    | -6.5                          | -6.5                   | 12.7                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.86 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.57 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.34 x 1.224 x 1 x 1 = 2.865 > 2 => 2 (Campata)  |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 2.526 x 1.224 x 1 x 1 = 3.093 (Campata)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 31   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 12.4   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | Q <sub>0</sub> (kN)   | 480  |
|  | N <sub>0</sub>  | 500000   |
|  | N <sub>obs</sub>  | 2000000  |
|  | Q <sub>ml</sub> (kN)  | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :        | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$               | Vita di progetto in anni:                                   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la                    | Metodo di verifica:   | Safe life  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| carpenteria:                                    |   |   |
|   | Conseguenza del danno:  | High consequence                              |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:       | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | $1.55 \times 1.133 \times 1 \times 1 = 1.756$ |
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli: | $\gamma_{Ff}$   | 1   |
|   | $\gamma_{Mf}$   | 1.15  |

**Verifica a fatica dei pioli**

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 18.65 / (90 / 1.15) = 0.238$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 8.83 / (80 / 1.35) = 0.149(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.238 + 0.149 = 0.387(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                       |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 18.65 / (90 / 1.15) = 0.238$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 8.83 / (80 / 1.35) = 0.149(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.238 + 0.149 = 0.387(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                       |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 69.73 / (90 / 1.15) = 0.891$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.12 / (80 / 1.35) = 0.002(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.891 + 0.002 = 0.893(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                       |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 69.73 / (90 / 1.15) = 0.891$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.12 / (80 / 1.35) = 0.002(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.891 + 0.002 = 0.893(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                       |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Sezione C3 S3**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.21E+5 | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 3.53E+5 | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 1.75E-3 | 0E+00   | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.61E+4 | 9.32E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | 2.49E+5 | -8E+5    | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0    | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 0                     | -0.9                         | 0                     | 0.9                    | 0                      | -1.1                          | 0                      | 1.1                        |
| $\sigma_7$ | 0    | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.8                          | 25.8                  | -5                           | -22.1                 | 3.7                    | 20.1                   | -7.1                          | -27.8                  | 87.6                       |

|            |       |      |       |      |       |   |   |   |   |       |       |      |       |       |       |       |       |      |
|------------|-------|------|-------|------|-------|---|---|---|---|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\sigma_6$ | 0     | 7    | 17.7  | -8.6 | -22.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.1   | 21.9  | -3.5 | -18.8 | 2.5   | 17.1  | -5.2  | -23.6 | 22.3 |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4  | 0     | -0.5 | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5   | 0     | -0.4 | 0     | 0.4   | 0     | -0.6  | 0     | 0.6  |
| $\sigma_4$ | 52.4  | 4.9  | 14    | -6   | -17.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.2   | 17.4  | -1.9 | -14.9 | 53.5  | 66    | 49.4  | 33.7  | 16.6 |
| $\sigma_3$ | 47.1  | 4    | 12.5  | -4.9 | -15.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.4   | 15.5  | -1.2 | -13.3 | 47.6  | 59.1  | 45    | 30.4  | 14.1 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0    | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1 | -10.3 | 11.6 | 13.2  | 0 | 0 | 0 | 0 | -10.8 | -12.8 | 9.2  | 11    | -39.8 | -41.5 | -19.8 | -17.7 | 21.7 |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10  | -11.9 | 12.7 | 15.2  | 0 | 0 | 0 | 0 | -11.6 | -14.8 | 9.9  | 12.7  | -45.7 | -48.3 | -24.2 | -20.9 | 24.1 |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3  | 0.1   | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1   | 0     | 0.3  | 0.1   | 0.4   | 0.4   | 0.6   | 0.6   | 0.2  |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4 | 13.9  | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.1   | 2.2   | 9.3  | 9.8   | 40.5  | 40.5  | 47.7  | 47.7  | 7.2  |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7 | 15.3  | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.1   | 2.4   | 9.3  | 10.8  | 44.3  | 44.3  | 51.5  | 51.5  | 7.2  |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3 | 14.4  | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.8   | 2.3   | 8.2  | 10.1  | 41.1  | 41.1  | 47.5  | 47.5  | 6.3  |
| $\tau_0$   | 0     | 0    | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.87 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.07 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)   | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|---------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.21E+5 | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 3.53E+5 | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 1.75E-3 | 0E+00   | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0       | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.61E+4 | 9.32E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | 2.49E+5 | -8E+5    | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 0                     | -0.9                         | 0                     | 0.9                           | 0                      | -1.1                          | 0                      | 1.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.8                          | 25.8                  | -5                           | -22.1                 | 3.7                           | 20.1                   | -7.1                          | -27.8                  | 87.6                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 7                     | 17.7           | -8.6                  | -22.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 4.1                          | 21.9                  | -3.5                         | -18.8                 | 2.5                           | 17.1                   | -5.2                          | -23.6                  | 22.3                       |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -0.4                         | 0                     | 0.4                           | 0                      | -0.6                          | 0                      | 0.6                        |
| $\sigma_4$ | 52.4  | 4.9                   | 14             | -6                    | -17.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.2                          | 17.4                  | -1.9                         | -14.9                 | 53.5                          | 66                     | 49.4                          | 33.7                   | 16.6                       |
| $\sigma_3$ | 47.1  | 4                     | 12.5           | -4.9                  | -15.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 15.5                  | -1.2                         | -13.3                 | 47.6                          | 59.1                   | 45                            | 30.4                   | 14.1                       |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1                  | -10.3          | 11.6                  | 13.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.8                        | -12.8                 | 9.2                          | 11                    | -39.8                         | -41.5                  | -19.8                         | -17.7                  | 21.7                       |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10                   | -11.9          | 12.7                  | 15.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -11.6                        | -14.8                 | 9.9                          | 12.7                  | -45.7                         | -48.3                  | -24.2                         | -20.9                  | 24.1                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | 0.3                          | 0.1                   | 0.4                           | 0.4                    | 0.6                           | 0.6                    | 0.2                        |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4                  | 13.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.2                   | 9.3                          | 9.8                   | 40.5                          | 40.5                   | 47.7                          | 47.7                   | 7.2                        |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7                  | 15.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.4                   | 9.3                          | 10.8                  | 44.3                          | 44.3                   | 51.5                          | 51.5                   | 7.2                        |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.8                          | 2.3                   | 8.2                          | 10.1                  | 41.1                          | 41.1                   | 47.5                          | 47.5                   | 6.3                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.87 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.07 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.55 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.21E+5  | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 3.53E+5  | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 1.75E-3 | 0E+00    | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.81E+5  | -7.08E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.95E+4 | -5.54E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.6                         | 0                     | -1                            | 0                      | -0.8                          | 0                      | 0.2                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.4                         | -19.6                 | -3.4                         | -15.3                 | -6.5                          | -25.2                  | -5.5                          | -21                    | 1                          |
| $\sigma_6$ | 0     | 7                     | 17.7           | -8.6                  | -22.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.1                         | -16.6                 | -2.5                         | -13                   | -4.8                          | -21.5                  | -4.1                          | -17.8                  | 0.7                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.4                         | 0                     | -0.3                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -0.4                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | 52.4  | 4.9                   | 14             | -6                    | -17.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -13.2                 | -1.3                         | -10.3                 | 49.6                          | 35.4                   | 50                            | 38.3                   | 0.4                        |
| $\sigma_3$ | 47.1  | 4                     | 12.5           | -4.9                  | -15.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | -11.8                 | -0.8                         | -9.2                  | 45.1                          | 31.9                   | 45.4                          | 34.5                   | 0.2                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1                  | -10.3          | 11.6                  | 13.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.2                          | 9.7                   | 6.4                          | 7.6                   | -20.9                         | -18.9                  | -22.6                         | -21                    | 1.8                        |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10                   | -11.9          | 12.7                  | 15.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.8                          | 11.2                  | 6.9                          | 8.8                   | -25.4                         | -22.4                  | -27.3                         | -24.8                  | 1.9                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0.1                   | -0.1                         | 0                     | 0.8                           | 0.8                    | 0.3                           | 0.3                    | 0.5                        |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4                  | 13.9           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 14.2                         | 15                    | -2.2                         | -2.3                  | 52.6                          | 52.6                   | 36.1                          | 36.1                   | 16.5                       |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7                  | 15.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 14.3                         | 16.5                  | -2.2                         | -2.6                  | 56.4                          | 56.4                   | 39.9                          | 39.9                   | 16.5                       |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 12.5                         | 15.5                  | -2                           | -2.4                  | 51.8                          | 51.8                   | 37.3                          | 37.3                   | 14.5                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.97 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.5 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 6.21E+5  | 2.17E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 3.53E+5  | 7.52E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 1.75E-3 | 0E+00    | -9.57E+5 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.81E+5  | -7.08E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -5.95E+4 | -5.54E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0    | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | 0                     | -0.6                         | 0                     | -1                            | 0                      | -0.8                          | 0                      | 0.2                        |
| $\sigma_7$ | 0    | 8.7                   | 20.8           | -10.9                 | -26.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4.4                         | -19.6                 | -3.4                         | -15.3                 | -6.5                          | -25.2                  | -5.5                          | -21                    | 1                          |
| $\sigma_6$ | 0    | 7                     | 17.7           | -8.6                  | -22.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.1                         | -16.6                 | -2.5                         | -13                   | -4.8                          | -21.5                  | -4.1                          | -17.8                  | 0.7                        |
| $\sigma_5$ | 0    | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.4                         | 0                     | -0.3                         | 0                     | -0.5                          | 0                      | -0.4                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | 52.4 | 4.9                   | 14             | -6                    | -17.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.7                         | -13.2                 | -1.3                         | -10.3                 | 49.6                          | 35.4                   | 50                            | 38.3                   | 0.4                        |
| $\sigma_3$ | 47.1 | 4                     | 12.5           | -4.9                  | -15.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1                           | -11.8                 | -0.8                         | -9.2                  | 45.1                          | 31.9                   | 45.4                          | 34.5                   | 0.2                        |
| $\sigma_2$ | 0    | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

|            |       |      |       |      |      |   |   |   |   |      |      |      |      |       |       |       |       |      |
|------------|-------|------|-------|------|------|---|---|---|---|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\sigma_1$ | -31.5 | -9.1 | -10.3 | 11.6 | 13.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.2  | 9.7  | 6.4  | 7.6  | -20.9 | -18.9 | -22.6 | -21   | 1.8  |
| $\sigma_0$ | -36.8 | -10  | -11.9 | 12.7 | 15.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.8  | 11.2 | 6.9  | 8.8  | -25.4 | -22.4 | -27.3 | -24.8 | 1.9  |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3  | 0.1   | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4  | 0.1  | -0.1 | 0    | 0.8   | 0.8   | 0.3   | 0.3   | 0.5  |
| $\tau_3$   | 25    | 13.4 | 13.9  | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.2 | 15   | -2.2 | -2.3 | 52.6  | 52.6  | 36.1  | 36.1  | 16.5 |
| $\tau_2$   | 28.5  | 13.7 | 15.3  | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.3 | 16.5 | -2.2 | -2.6 | 56.4  | 56.4  | 39.9  | 39.9  | 16.5 |
| $\tau_1$   | 26.9  | 12.3 | 14.4  | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.5 | 15.5 | -2   | -2.4 | 51.8  | 51.8  | 37.3  | 37.3  | 14.5 |
| $\tau_0$   | 0     | 0    | 0     | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.97 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.5 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | 1.745 x 1.224 x 1 x 1 = 2.137 > 1.881 => 1.881 (Appoggio)                              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | 1.71 x 1.224 x 1 x 1 = 2.094 (Appoggio)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:   | (Appoggio)   |
|  | Luce per il momento (m):  | 34.5   |
|  | Luce per il taglio (m):   | 31   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{mi}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):                           | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :                      | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$               | Vita di progetto in anni:   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:  | High consequence   |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:                      | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | 1.55 x 1.133 x 1 x 1 = 1.756   |
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli:                | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.15   |

Verifica a fatica dei pioli

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 24.2 / (90 / 1.15) = 0.309 |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 31.2 / (80 / 1.35) = 0.526 |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.309 + 0.526 = 0.836          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                  |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 24.2 / (90 / 1.15) = 0.309 |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 31.2 / (80 / 1.35) = 0.526 |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.309 + 0.526 = 0.836          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                  |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 55.37 / (90 / 1.15) = 0.708 |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 0.69 / (80 / 1.35) = 0.012  |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.708 + 0.012 = 0.719           |



**VERIFICA SODDISFATTA**

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Fi} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 55.37 / (90 / 1.15) = 0.708$ |
| $\gamma_{Fi} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.69 / (80 / 1.35) = 0.012$  |
| $\gamma_{Fi} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Fi} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.708 + 0.012 = 0.719$           |

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Sezione C4 S4**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 8.65E+5  | 6.25E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 5.16E+5  | 3.17E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 6.77E+4  | 1.34E+6  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1.2                           | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                            |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 10.8                  | -0.7                         | -2.1                  | 12.8                          | 27.2                   | 8.6                           | 14.3                   | 20.3                         |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3                            | 9.7                   | -0.6                         | -1.9                  | 11                            | 24.5                   | 7.5                           | 12.9                   | 11.6                         |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.9                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                            |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.2                          | 8.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 73.6                          | 86                     | 70.9                          | 75.9                   | 10.2                         |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 8                     | -0.4                         | -1.6                  | 69.3                          | 81.3                   | 67                            | 71.8                   | 9.5                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -7.8                         | -8.7                  | 1.5                          | 1.7                   | -64.2                         | -66                    | -54.9                         | -55.6                  | 10.3                         |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.1                         | -9.2                  | 1.6                          | 1.8                   | -68.5                         | -70.7                  | -58.8                         | -59.7                  | 11                           |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0.3                           | 0.3                    | 0.2                           | 0.2                    | 0                            |
| $\tau_3$   | 15.2  | 10.3                  | 9.7            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.3                   | -0.2                         | -0.2                  | 26.9                          | 26.9                   | 25.3                          | 25.3                   | 1.6                          |
| $\tau_2$   | 19.9  | 10.7                  | 11.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.5                   | -0.2                         | -0.2                  | 32                            | 32                     | 30.4                          | 30.4                   | 1.6                          |
| $\tau_1$   | 17.5  | 8.8                   | 9.5            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.1                          | 1.2                   | -0.1                         | -0.2                  | 27.3                          | 27.3                   | 26.1                          | 26.1                   | 1.3                          |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 1.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.88 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 8.65E+5  | 6.25E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 5.16E+5  | 3.17E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 6.77E+4  | 1.34E+6  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1.2                           | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 10.8                  | -0.7                         | -2.1                  | 12.8                          | 27.2                   | 8.6                           | 14.3                   | 20.3                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3                            | 9.7                   | -0.6                         | -1.9                  | 11                            | 24.5                   | 7.5                           | 12.9                   | 11.6                       |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.9                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.2                          | 8.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 73.6                          | 86                     | 70.9                          | 75.9                   | 10.2                       |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 8                     | -0.4                         | -1.6                  | 69.3                          | 81.3                   | 67                            | 71.8                   | 9.5                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -7.8                         | -8.7                  | 1.5                          | 1.7                   | -64.2                         | -66                    | -54.9                         | -55.6                  | 10.3                       |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.1                         | -9.2                  | 1.6                          | 1.8                   | -68.5                         | -70.7                  | -58.8                         | -59.7                  | 11                         |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0.3                           | 0.3                    | 0.2                           | 0.2                    | 0                          |
| $\tau_3$   | 15.2  | 10.3                  | 9.7            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.3                   | -0.2                         | -0.2                  | 26.9                          | 26.9                   | 25.3                          | 25.3                   | 1.6                        |
| $\tau_2$   | 19.9  | 10.7                  | 11.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 1.5                   | -0.2                         | -0.2                  | 32                            | 32                     | 30.4                          | 30.4                   | 1.6                        |
| $\tau_1$   | 17.5  | 8.8                   | 9.5            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.1                          | 1.2                   | -0.1                         | -0.2                  | 27.3                          | 27.3                   | 26.1                          | 26.1                   | 1.3                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 1.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.88 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 8.65E+5  | 6.25E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 5.16E+5  | 3.17E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.12E+5  | 8.71E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1                             | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 7                     | -0.7                         | -2.1                  | 11.6                          | 23.4                   | 8.6                           | 14.3                   | 15.2                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 6.4                   | -0.6                         | -1.9                  | 10                            | 21.1                   | 7.5                           | 12.9                   | 8.3                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.7                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.5                          | 5.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 72.8                          | 83.1                   | 70.9                          | 75.9                   | 7.2                        |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 5.2                   | -0.4                         | -1.6                  | 68.7                          | 78.6                   | 67                            | 71.8                   | 6.8                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.1                         | -5.6                  | 1.5                          | 1.7                   | -61.5                         | -63                    | -54.9                         | -55.6                  | 7.3                        |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.3                         | -6                    | 1.6                          | 1.8                   | -65.7                         | -67.5                  | -58.8                         | -59.7                  | 7.8                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0.1                   | 0                            | 0                     | 0.6                           | 0.6                    | 0.2                           | 0.2                    | 0.3                        |
| $\tau_3$   | 15.2  | 10.3                  | 9.7            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 10.4                         | 9.6                   | -0.2                         | -0.2                  | 35.9                          | 35.9                   | 25.3                          | 25.3                   | 10.6                       |
| $\tau_2$   | 19.9  | 10.7                  | 11.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 10.6                         | 11                    | -0.2                         | -0.2                  | 41.2                          | 41.2                   | 30.4                          | 30.4                   | 10.8                       |
| $\tau_1$   | 17.5  | 8.8                   | 9.5            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.3                          | 9.4                   | -0.1                         | -0.2                  | 34.6                          | 34.6                   | 26.1                          | 26.1                   | 8.5                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.99 N/mm<sup>2</sup>

- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.73 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)  
3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>  
4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 8.65E+5  | 6.25E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 5.16E+5  | 3.17E+6  | 0E+00  |
| 2b       | 2.15E-3 | 0E+00    | -1.15E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.12E+5  | 8.71E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.18E+3 | -2.61E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.9                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.4                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 1                             | 0                      | 0.5                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 14.4                  | 25.6           | -5.1                  | -9.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 7                     | -0.7                         | -2.1                  | 11.6                          | 23.4                   | 8.6                           | 14.3                   | 15.2                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 12.5                  | 23.1           | -4.4                  | -8.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 6.4                   | -0.6                         | -1.9                  | 10                            | 21.1                   | 7.5                           | 12.9                   | 8.3                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.7                   | 0              | -0.3                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0.7                           | 0                      | 0.4                           | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | 64.6  | 10.4                  | 20.2           | -3.7                  | -7.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.5                          | 5.5                   | -0.4                         | -1.7                  | 72.8                          | 83.1                   | 70.9                          | 75.9                   | 7.2                        |
| $\sigma_3$ | 61.3  | 9.5                   | 18.9           | -3.3                  | -6.8           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.3                          | 5.2                   | -0.4                         | -1.6                  | 68.7                          | 78.6                   | 67                            | 71.8                   | 6.8                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -44.2 | -19.1                 | -20.5          | 6.9                   | 7.4            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.1                         | -5.6                  | 1.5                          | 1.7                   | -61.5                         | -63                    | -54.9                         | -55.6                  | 7.3                        |
| $\sigma_0$ | -47.6 | -20.1                 | -21.8          | 7.2                   | 7.9            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.3                         | -6                    | 1.6                          | 1.8                   | -65.7                         | -67.5                  | -58.8                         | -59.7                  | 7.8                        |
| $\tau_4$   | 0     | 0.3                   | 0.1            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0.1                   | 0                            | 0                     | 0.6                           | 0.6                    | 0.2                           | 0.2                    | 0.3                        |
| $\tau_3$   | 15.2  | 10.3                  | 9.7            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 10.4                         | 9.6                   | -0.2                         | -0.2                  | 35.9                          | 35.9                   | 25.3                          | 25.3                   | 10.6                       |
| $\tau_2$   | 19.9  | 10.7                  | 11.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 10.6                         | 11                    | -0.2                         | -0.2                  | 41.2                          | 41.2                   | 30.4                          | 30.4                   | 10.8                       |
| $\tau_1$   | 17.5  | 8.8                   | 9.5            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.3                          | 9.4                   | -0.1                         | -0.2                  | 34.6                          | 34.6                   | 26.1                          | 26.1                   | 8.5                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.99 N/mm<sup>2</sup>  
2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.73 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)  
3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.46 N/mm<sup>2</sup>  
4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = 0.37 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.745 x 1.224 x 1 x 1 = 2.137 > 1.881 => 1.881 (Appoggio)                              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.78 x 1.224 x 1 x 1 = 2.179 (Appoggio)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Appoggio)   |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 34.5   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 38   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{ml}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | Distribuzione del traffico<br>(Table 4.7 - EN 1991-2) :                   | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5) |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$         | Vita di progetto in anni:   | 100   |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria: | Metodo di verifica:   | Safe life   |
|  | Conseguenza del danno:  | High consequence                                      |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:                | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | $1.55 \times 1.133 \times 1 \times 1 = 1.756$         |
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli:          | $\gamma_{Ff}$   | 1   |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.15  |

Verifica a fatica dei pioli

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 5.02 / (90 / 1.15) = 0.064$  |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 19.12 / (80 / 1.35) = 0.323$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.064 + 0.323 = 0.387$           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 5.02 / (90 / 1.15) = 0.064$  |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 19.12 / (80 / 1.35) = 0.323$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.064 + 0.323 = 0.387$           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 34 / (90 / 1.15) = 0.434$    |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 13.55 / (80 / 1.35) = 0.229$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.434 + 0.229 = 0.663$           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 34 / (90 / 1.15) = 0.434$    |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 13.55 / (80 / 1.35) = 0.229$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.434 + 0.229 = 0.663$           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

**Sezione C5 S5**

Verifiche allo stato limite di fatica

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -5.1E+4  | 8.16E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.56E+5 | -7.23E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|------------|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0    | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.9                          | 0                     | -0.8                         | 0                     | 0.7                           | 0                      | -1                            | 0                      | 1                            |
| $\sigma_7$ | 0    | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 22.7                  | -4.5                         | -20.1                 | 2.6                           | 16.2                   | -6.9                          | -26.6                  | 83.4                         |
| $\sigma_6$ | 0    | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 19.3                  | -3.2                         | -17.1                 | 1.7                           | 13.7                   | -5.1                          | -22.6                  | 18.8                         |
| $\sigma_5$ | 0    | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -0.4                         | 0                     | 0.3                           | 0                      | -0.5                          | 0                      | 0.5                          |
| $\sigma_4$ | 57.4 | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 15.3                  | -1.7                         | -13.6                 | 58                            | 68.3                   | 54.4                          | 39.5                   | 13.9                         |

|            |       |       |       |      |       |   |   |   |   |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
|------------|-------|-------|-------|------|-------|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\sigma_3$ | 51.6  | 4.3   | 13.5  | -5.3 | -17.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2   | 13.6  | -1    | -12.1 | 51.7  | 61.3  | 49.5  | 35.6  | 11.8 |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9  | -11.2 | 12.7 | 14.4  | 0 | 0 | 0 | 0 | -9.5  | -11.3 | 8.4   | 10    | -40.9 | -42.3 | -23.1 | -21.1 | 19.2 |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9 | -12.9 | 14   | 16.6  | 0 | 0 | 0 | 0 | -10.2 | -12.9 | 9     | 11.5  | -47.3 | -49.4 | -28   | -25   | 21.4 |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3  | -0.1  | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.1  | 0     | -0.3  | -0.1  | -0.4  | -0.4  | -0.6  | -0.6  | 0.2  |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2 | -14.8 | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.1  | -2.2  | -10.4 | -11.1 | -42.2 | -42.2 | -50.5 | -50.5 | 8.3  |
| $\tau_2$   | -29.3 | -14.4 | -16.2 | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.1  | -2.4  | -10.4 | -12.1 | -45.8 | -45.8 | -54.2 | -54.2 | 8.4  |
| $\tau_1$   | -27.8 | -13.1 | -15.2 | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.8  | -2.3  | -9.3  | -11.4 | -42.8 | -42.8 | -50.2 | -50.2 | 7.4  |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.33 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.01 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -5.1E+4  | 8.16E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.56E+5 | -7.23E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.9                          | 0                     | -0.8                         | 0                     | 0.7                           | 0                      | -1                            | 0                      | 1                          |
| $\sigma_7$ | 0     | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 22.7                  | -4.5                         | -20.1                 | 2.6                           | 16.2                   | -6.9                          | -26.6                  | 83.4                       |
| $\sigma_6$ | 0     | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 3.6                          | 19.3                  | -3.2                         | -17.1                 | 1.7                           | 13.7                   | -5.1                          | -22.6                  | 18.8                       |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -0.4                         | 0                     | 0.3                           | 0                      | -0.5                          | 0                      | 0.5                        |
| $\sigma_4$ | 57.4  | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 15.3                  | -1.7                         | -13.6                 | 58                            | 68.3                   | 54.4                          | 39.5                   | 13.9                       |
| $\sigma_3$ | 51.6  | 4.3                   | 13.5           | -5.3                  | -17.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.2                          | 13.6                  | -1                           | -12.1                 | 51.7                          | 61.3                   | 49.5                          | 35.6                   | 11.8                       |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9                  | -11.2          | 12.7                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -9.5                         | -11.3                 | 8.4                          | 10                    | -40.9                         | -42.3                  | -23.1                         | -21.1                  | 19.2                       |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9                 | -12.9          | 14                    | 16.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.2                        | -12.9                 | 9                            | 11.5                  | -47.3                         | -49.4                  | -28                           | -25                    | 21.4                       |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.1                         | 0                     | -0.3                         | -0.1                  | -0.4                          | -0.4                   | -0.6                          | -0.6                   | 0.2                        |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2                 | -14.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.1                         | -2.2                  | -10.4                        | -11.1                 | -42.2                         | -42.2                  | -50.5                         | -50.5                  | 8.3                        |
| $\tau_2$   | -29.3 | -14.4                 | -16.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.1                         | -2.4                  | -10.4                        | -12.1                 | -45.8                         | -45.8                  | -54.2                         | -54.2                  | 8.4                        |
| $\tau_1$   | -27.8 | -13.1                 | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.8                         | -2.3                  | -9.3                         | -11.4                 | -42.8                         | -42.8                  | -50.2                         | -50.2                  | 7.4                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.72 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = 0.33 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.01 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.52 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

| Fase | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|------|---------|----------|----------|--------|
| 1    | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a   | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b   | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |

|          |       |         |          |       |
|----------|-------|---------|----------|-------|
| Rit.Iso  | 0E+00 | 0       | 0E+00    | 0     |
| 2c       | 0E+00 | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00 |
| 3a       | 0E+00 | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00 |
| Term.Iso | 0E+00 | 0       | 0E+00    | 0     |
| 3b max   | 0E+00 | 5.77E+4 | -5.32E+5 | 0E+00 |
| 3b max   | 0E+00 | -3.9E+5 | -6.23E+5 | 0E+00 |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.6                         | 0                     | -0.7                         | 0                     | -0.8                          | 0                      | -0.9                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.3                         | -14.8                 | -3.9                         | -17.3                 | -5.7                          | -21.3                  | -6.3                          | -23.8                  | 0.6                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.4                         | -12.6                 | -2.8                         | -14.7                 | -4.3                          | -18.1                  | -4.7                          | -20.2                  | 0.4                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.3                         | 0                     | -0.3                         | 0                     | -0.4                          | 0                      | -0.5                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | 57.4  | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.2                         | -10                   | -1.5                         | -11.7                 | 54.9                          | 43                     | 54.7                          | 41.3                   | 0.2                        |
| $\sigma_3$ | 51.6  | 4.3                   | 13.5           | -5.3                  | -17.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | -8.9                  | -0.9                         | -10.4                 | 49.8                          | 38.8                   | 49.6                          | 37.3                   | 0.1                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9                  | -11.2          | 12.7                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.2                          | 7.3                   | 7.2                          | 8.6                   | -25.3                         | -23.7                  | -24.2                         | -22.5                  | 1.1                        |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9                 | -12.9          | 14                    | 16.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.7                          | 8.5                   | 7.8                          | 9.9                   | -30.4                         | -28                    | -29.3                         | -26.5                  | 1.1                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.5                         | -0.1                  | -0.3                          | -0.3                   | -0.8                          | -0.8                   | 0.5                        |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2                 | -14.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 2.5                   | -15.9                        | -16.9                 | -37.7                         | -37.7                  | -55.9                         | -55.9                  | 18.2                       |
| $\tau_2$   | -29.3 | -14.4                 | -16.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.4                          | 2.7                   | -15.9                        | -18.4                 | -41.4                         | -41.4                  | -59.6                         | -59.6                  | 18.2                       |
| $\tau_1$   | -27.8 | -13.1                 | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.1                          | 2.6                   | -14.1                        | -17.4                 | -38.8                         | -38.8                  | -55.1                         | -55.1                  | 16.2                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.47 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -5.87E+5 | 2.36E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -3.42E+5 | 8.12E+5  | 0E+00  |
| 2b       | 2.23E-3 | 0E+00    | -1.05E+6 | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 5.77E+4  | -5.32E+5 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -3.9E+5  | -6.23E+5 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | 0.6                   | 0              | -0.8                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.6                         | 0                     | -0.7                         | 0                     | -0.8                          | 0                      | -0.9                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_7$ | 0     | 9.4                   | 22.5           | -11.9                 | -29            | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.3                         | -14.8                 | -3.9                         | -17.3                 | -5.7                          | -21.3                  | -6.3                          | -23.8                  | 0.6                        |
| $\sigma_6$ | 0     | 7.5                   | 19.2           | -9.4                  | -24.7          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.4                         | -12.6                 | -2.8                         | -14.7                 | -4.3                          | -18.1                  | -4.7                          | -20.2                  | 0.4                        |
| $\sigma_5$ | 0     | 0.4                   | 0              | -0.5                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.3                         | 0                     | -0.3                         | 0                     | -0.4                          | 0                      | -0.5                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | 57.4  | 5.3                   | 15.2           | -6.5                  | -19.6          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.2                         | -10                   | -1.5                         | -11.7                 | 54.9                          | 43                     | 54.7                          | 41.3                   | 0.2                        |
| $\sigma_3$ | 51.6  | 4.3                   | 13.5           | -5.3                  | -17.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.8                         | -8.9                  | -0.9                         | -10.4                 | 49.8                          | 38.8                   | 49.6                          | 37.3                   | 0.1                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | -34.3 | -9.9                  | -11.2          | 12.7                  | 14.4           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.2                          | 7.3                   | 7.2                          | 8.6                   | -25.3                         | -23.7                  | -24.2                         | -22.5                  | 1.1                        |
| $\sigma_0$ | -40.1 | -10.9                 | -12.9          | 14                    | 16.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 6.7                          | 8.5                   | 7.8                          | 9.9                   | -30.4                         | -28                    | -29.3                         | -26.5                  | 1.1                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.3                  | -0.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.5                         | -0.1                  | -0.3                          | -0.3                   | -0.8                          | -0.8                   | 0.5                        |
| $\tau_3$   | -25.9 | -14.2                 | -14.8          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.3                          | 2.5                   | -15.9                        | -16.9                 | -37.7                         | -37.7                  | -55.9                         | -55.9                  | 18.2                       |

|          |       |       |       |   |   |   |   |   |   |   |     |     |       |       |       |       |       |       |      |
|----------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\tau_2$ | -29.3 | -14.4 | -16.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.4 | 2.7 | -15.9 | -18.4 | -41.4 | -41.4 | -59.6 | -59.6 | 18.2 |
| $\tau_1$ | -27.8 | -13.1 | -15.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.1 | 2.6 | -14.1 | -17.4 | -38.8 | -38.8 | -55.1 | -55.1 | 16.2 |
| $\tau_0$ | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.79 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.42 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -0.47 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | 1.745 x 1.224 x 1 x 1 = 2.137 > 1.881 => 1.881 (Appoggio)                              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | 1.78 x 1.224 x 1 x 1 = 2.179 (Appoggio)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:   | (Appoggio)   |
|  | Luce per il momento (m):  | 34.5   |
|  | Luce per il taglio (m):   | 38   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{ml}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):                           | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :                      | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$               | Vita di progetto in anni:   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:  | High consequence   |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:                      | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | 1.55 x 1.133 x 1 x 1 = 1.756   |
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli:                | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.15   |

**Verifica a fatica dei pioli**

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 25.77 / (90 / 1.15) = 0.329 |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 26.13 / (80 / 1.35) = 0.441 |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.329 + 0.441 = 0.77            |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                   |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 25.77 / (90 / 1.15) = 0.329 |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 26.13 / (80 / 1.35) = 0.441 |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.329 + 0.441 = 0.77            |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                   |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 56.22 / (90 / 1.15) = 0.718 |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 0.4 / (80 / 1.35) = 0.007   |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.718 + 0.007 = 0.725           |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                   |

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$ | = 1 * 56.22 / (90 / 1.15) = 0.718 |
|--|-----------------------------------|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| $\gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}) \leq 1$   | $= 1 * 0.4 / (80 / 1.35) = 0.007$ |
| $\gamma_{F1} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{M1,s}) + \gamma_{F1} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{M1}) \leq 1.3$ | $= 0.718 + 0.007 = 0.725$         |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                   |

### Sezione C5 S6

#### Verifiche allo stato limite di fatica

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.61E+4 | 4.4E+5   | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.06E+3 | -1.63E+6 | 0E+00  |

#### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 0                     | -1.8                         | 0                     | -0.2                          | 0                      | -2.5                          | 0                      | 2.3                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -10.6                 | -25.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 2.7                          | 12.2                  | -10.1                        | -45.1                 | -7.9                          | -13.1                  | -20.7                         | -70.5                  | 12.8                         |
| $\sigma_6$ | 0     | -8.4                  | -21.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 10.4                  | -7.2                         | -38.4                 | -6.5                          | -11.2                  | -15.6                         | -59.9                  | 9.1                          |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -0.9                         | 0                     | -0.2                          | 0                      | -1.4                          | 0                      | 1.2                          |
| $\sigma_4$ | -23.5 | -5.9                  | -17.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1                            | 8.2                   | -3.8                         | -30.5                 | -28.4                         | -32.4                  | -33.2                         | -71.1                  | 4.8                          |
| $\sigma_3$ | -21.1 | -4.8                  | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.6                          | 7.3                   | -2.4                         | -27.1                 | -25.3                         | -29                    | -28.3                         | -63.5                  | 3                            |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |
| $\sigma_1$ | 14    | 11.1                  | 12.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.1                         | -6.1                  | 18.9                         | 22.4                  | 20.1                          | 20.6                   | 44.1                          | 49                     | 24                           |
| $\sigma_0$ | 16.4  | 12.2                  | 14.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.5                         | -7                    | 20.3                         | 25.8                  | 23.2                          | 23.9                   | 49                            | 56.7                   | 25.8                         |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | -0.2                          | -0.2                   | -0.1                          | -0.1                   | 0                            |
| $\tau_3$   | -10.8 | -4.9                  | -5.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | -1.6                  | -0.4                         | -0.4                  | -17.2                         | -17.2                  | -16.1                         | -16.1                  | 1.1                          |
| $\tau_2$   | -12.2 | -5                    | -5.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | -1.7                  | -0.4                         | -0.4                  | -18.7                         | -18.7                  | -17.6                         | -17.6                  | 1.1                          |
| $\tau_1$   | -11.6 | -4.5                  | -5.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.3                         | -1.6                  | -0.3                         | -0.4                  | -17.5                         | -17.5                  | -16.5                         | -16.5                  | 1                            |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                            |

#### NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.2 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.53 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.35 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

#### Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | -3.61E+4 | 4.4E+5   | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -9.06E+3 | -1.63E+6 | 0E+00  |

#### Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)

|  | F. 1 | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|--|------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
|  |      |                       |                |                       |                |                       |                |                       |                |                              |                       |                              |                       |                               |                        |                               |                        |                              |



|            |       |       |       |   |   |   |   |   |   | Max  |      | Min   |       | Max   |       | Min   |       |      |
|------------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| $\sigma_8$ | 0     | -0.7  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5  | 0    | -1.8  | 0     | -0.2  | 0     | -2.5  | 0     | 2.3  |
| $\sigma_7$ | 0     | -10.6 | -25.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.7  | 12.2 | -10.1 | -45.1 | -7.9  | -13.1 | -20.7 | -70.5 | 12.8 |
| $\sigma_6$ | 0     | -8.4  | -21.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.9  | 10.4 | -7.2  | -38.4 | -6.5  | -11.2 | -15.6 | -59.9 | 9.1  |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.4  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2  | 0    | -0.9  | 0     | -0.2  | 0     | -1.4  | 0     | 1.2  |
| $\sigma_4$ | -23.5 | -5.9  | -17.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1    | 8.2  | -3.8  | -30.5 | -28.4 | -32.4 | -33.2 | -71.1 | 4.8  |
| $\sigma_3$ | -21.1 | -4.8  | -15.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6  | 7.3  | -2.4  | -27.1 | -25.3 | -29   | -28.3 | -63.5 | 3    |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |
| $\sigma_1$ | 14    | 11.1  | 12.6  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.1 | -6.1 | 18.9  | 22.4  | 20.1  | 20.6  | 44.1  | 49    | 24   |
| $\sigma_0$ | 16.4  | 12.2  | 14.5  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.5 | -7   | 20.3  | 25.8  | 23.2  | 23.9  | 49    | 56.7  | 25.8 |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0     | 0     | -0.2  | -0.2  | -0.1  | -0.1  | 0    |
| $\tau_3$   | -10.8 | -4.9  | -5.1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.5 | -1.6 | -0.4  | -0.4  | -17.2 | -17.2 | -16.1 | -16.1 | 1.1  |
| $\tau_2$   | -12.2 | -5    | -5.6  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.5 | -1.7 | -0.4  | -0.4  | -18.7 | -18.7 | -17.6 | -17.6 | 1.1  |
| $\tau_1$   | -11.6 | -4.5  | -5.3  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.3 | -1.6 | -0.3  | -0.4  | -17.5 | -17.5 | -16.5 | -16.5 | 1    |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.21 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.2 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.53 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.35 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.25E+5  | -1.32E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.28E+5 | -1.5E+6  | 0E+00  |

Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma$ , $\Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | 0                     | -1.7                         | 0                     | -2.2                          | 0                      | -2.4                          | 0                      | 0.2                           |
| $\sigma_7$ | 0     | -10.6                 | -25.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.2                         | -36.7                 | -9.3                         | -41.7                 | -18.8                         | -62                    | -19.9                         | -67.1                  | 1.1                           |
| $\sigma_6$ | 0     | -8.4                  | -21.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.8                         | -31.2                 | -6.6                         | -35.5                 | -14.3                         | -52.7                  | -15.1                         | -57                    | 0.8                           |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.7                         | 0                     | -0.8                         | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.3                          | 0                      | 0.1                           |
| $\sigma_4$ | -23.5 | -5.9                  | -17.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.1                         | -24.8                 | -3.5                         | -28.2                 | -32.5                         | -65.4                  | -33                           | -68.8                  | 0.4                           |
| $\sigma_3$ | -21.1 | -4.8                  | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.9                         | -22                   | -2.2                         | -25.1                 | -27.9                         | -58.4                  | -28.1                         | -61.4                  | 0.3                           |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                             |
| $\sigma_1$ | 14    | 11.1                  | 12.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 15.4                         | 18.2                  | 17.5                         | 20.7                  | 40.5                          | 44.9                   | 42.6                          | 47.4                   | 2.1                           |
| $\sigma_0$ | 16.4  | 12.2                  | 14.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 16.5                         | 21                    | 18.8                         | 23.9                  | 45.2                          | 51.9                   | 47.5                          | 54.8                   | 2.3                           |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.3                         | -0.1                  | 0                             | 0                      | -0.4                          | -0.4                   | 0.4                           |
| $\tau_3$   | -10.8 | -4.9                  | -5.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 5.4                   | -9.3                         | -9.8                  | -10.6                         | -10.6                  | -25                           | -25                    | 14.4                          |
| $\tau_2$   | -12.2 | -5                    | -5.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 5.9                   | -9.3                         | -10.8                 | -12.1                         | -12.1                  | -26.5                         | -26.5                  | 14.4                          |
| $\tau_1$   | -11.6 | -4.5                  | -5.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 4.5                          | 5.6                   | -8.2                         | -10.1                 | -11.6                         | -11.6                  | -24.4                         | -24.4                  | 12.8                          |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                             |

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.19 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.18 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.39 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.28 N/mm<sup>2</sup>

La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | -2.45E+5 | -9.65E+5 | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | -1.18E+5 | -9.12E+5 | 0E+00  |
| 2b       | 3.17E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.25E+5  | -1.32E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -2.28E+5 | -1.5E+6  | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -0.7                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.5                         | 0                     | -1.7                  | 0                     | -2.2                          | 0                      | -2.4                          | 0                      | 0.2                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -10.6                 | -25.3          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -8.2                         | -36.7                 | -9.3                  | -41.7                 | -18.8                         | -62                    | -19.9                         | -67.1                  | 1.1                        |
| $\sigma_6$ | 0     | -8.4                  | -21.5          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -5.8                         | -31.2                 | -6.6                  | -35.5                 | -14.3                         | -52.7                  | -15.1                         | -57                    | 0.8                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.4                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.7                         | 0                     | -0.8                  | 0                     | -1.2                          | 0                      | -1.3                          | 0                      | 0.1                        |
| $\sigma_4$ | -23.5 | -5.9                  | -17.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.1                         | -24.8                 | -3.5                  | -28.2                 | -32.5                         | -65.4                  | -33                           | -68.8                  | 0.4                        |
| $\sigma_3$ | -21.1 | -4.8                  | -15.2          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.9                         | -22                   | -2.2                  | -25.1                 | -27.9                         | -58.4                  | -28.1                         | -61.4                  | 0.3                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 14    | 11.1                  | 12.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 15.4                         | 18.2                  | 17.5                  | 20.7                  | 40.5                          | 44.9                   | 42.6                          | 47.4                   | 2.1                        |
| $\sigma_0$ | 16.4  | 12.2                  | 14.5           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 16.5                         | 21                    | 18.8                  | 23.9                  | 45.2                          | 51.9                   | 47.5                          | 54.8                   | 2.3                        |
| $\tau_4$   | 0     | -0.1                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.1                          | 0                     | -0.3                  | -0.1                  | 0                             | 0                      | -0.4                          | -0.4                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | -10.8 | -4.9                  | -5.1           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 5.4                   | -9.3                  | -9.8                  | -10.6                         | -10.6                  | -25                           | -25                    | 14.4                       |
| $\tau_2$   | -12.2 | -5                    | -5.6           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 5.1                          | 5.9                   | -9.3                  | -10.8                 | -12.1                         | -12.1                  | -26.5                         | -26.5                  | 14.4                       |
| $\tau_1$   | -11.6 | -4.5                  | -5.3           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 4.5                          | 5.6                   | -8.2                  | -10.1                 | -11.6                         | -11.6                  | -24.4                         | -24.4                  | 12.8                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                     | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.19 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.18 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.39 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.28 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ft}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.745 x 1.224 x 1 x 1 = 2.137 > 1.881 => 1.881 (Appoggio)                              |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$ | 1.78 x 1.224 x 1 x 1 = 2.179 (Appoggio)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:                                 | (Appoggio)   |
|  | Luce per il momento (m):                                    | 34.5   |
|  | Luce per il taglio (m):                                     | 38   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | Q <sub>0</sub> (kN)   | 480  |
|  | N <sub>0</sub>  | 500000   |
|  | N <sub>obs</sub>  | 2000000  |
|  | Q <sub>ml</sub> (kN)  | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):             | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :        | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$               | Vita di progetto in anni:                                   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la                    | Metodo di verifica:   | Safe life  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| carpenteria:                                    |   |   |
|   | Conseguenza del danno:  | High consequence                              |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:       | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | $1.55 \times 1.133 \times 1 \times 1 = 1.756$ |
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli: | $\gamma_{Ff}$   | 1   |
|   | $\gamma_{Mf}$   | 1.15  |

**Verifica a fatica dei pioli**

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 3.4 / (90 / 1.15) = 0.043$     |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 9.09 / (80 / 1.35) = 0.153(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.043 + 0.153 = 0.197(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                       |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 3.4 / (90 / 1.15) = 0.043$     |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 9.09 / (80 / 1.35) = 0.153(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.043 + 0.153 = 0.197(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                       |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 44.3 / (90 / 1.15) = 0.566$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.8 / (80 / 1.35) = 0.014(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.566 + 0.014 = 0.58(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                      |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 44.3 / (90 / 1.15) = 0.566$   |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0.8 / (80 / 1.35) = 0.014(*)$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.566 + 0.014 = 0.58(*)$          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                      |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Sezione C6 SM**

**Verifiche allo stato limite di fatica**

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.3E+4   | 3.08E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -7.33E+4 | -1.78E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmax)**

|            | F. 1 | F. 2a<br>Non Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta \sigma, \Delta \tau$ |
|------------|------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|
| $\sigma_8$ | 0    | -1                 | 0              | 0                  | 0              | 0                  | 0              | 0                  | 0              | 0.3                       | 0                     | -2                        | 0                     | -0.6                   | 0                      | -3                         | 0                      | 2.4                          |
| $\sigma_7$ | 0    | -14.9              | -38.4          | 0                  | 0              | 0                  | 0              | 0                  | 0              | 1.9                       | 9.5                   | -11.1                     | -54.9                 | -13                    | -29                    | -26.1                      | -93.4                  | 13                           |

|            |       |       |       |   |   |   |   |   |   |      |      |      |       |       |       |       |        |      |
|------------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| $\sigma_6$ | 0     | -11.9 | -32.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.4  | 8.1  | -7.9 | -47   | -10.5 | -24.8 | -19.8 | -79.9  | 9.3  |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6  | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2  | 0    | -1   | 0     | -0.5  | 0     | -1.6  | 0      | 1.2  |
| $\sigma_4$ | -54.2 | -8.4  | -26.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.7  | 6.5  | -4.2 | -37.7 | -61.8 | -74.1 | -66.7 | -118.3 | 4.9  |
| $\sigma_3$ | -49.8 | -7.1  | -24.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5  | 5.9  | -2.8 | -34.4 | -56.5 | -68   | -59.8 | -108.3 | 3.3  |
| $\sigma_2$ | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0    |
| $\sigma_1$ | 27.7  | 15.3  | 17.2  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3.6 | -4.2 | 21   | 24.5  | 39.3  | 40.6  | 63.9  | 69.4   | 24.6 |
| $\sigma_0$ | 32.9  | 16.8  | 20    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3.9 | -4.9 | 22.6 | 28.5  | 45.8  | 47.9  | 72.3  | 81.3   | 26.5 |
| $\tau_4$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | -0.1 | 0     | 0     | 0     | -0.1  | -0.1   | 0.1  |
| $\tau_3$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6  | 1.7  | -3.6 | -3.8  | 1.6   | 1.6   | -3.6  | -3.6   | 5.2  |
| $\tau_2$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6  | 1.9  | -3.6 | -4.2  | 1.6   | 1.6   | -3.6  | -3.6   | 5.3  |
| $\tau_1$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5  | 1.8  | -3.3 | -4    | 1.5   | 1.5   | -3.3  | -3.3   | 4.8  |
| $\tau_0$   | 0     | 0     | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.64 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.46 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -3 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.63 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 3.3E+4   | 3.08E+5  | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -7.33E+4 | -1.78E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Mmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.3                          | 0                     | -2                           | 0                     | -0.6                          | 0                      | -3                            | 0                      | 2.4                        |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -38.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.9                          | 9.5                   | -11.1                        | -54.9                 | -13                           | -29                    | -26.1                         | -93.4                  | 13                         |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.9                 | -32.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.4                          | 8.1                   | -7.9                         | -47                   | -10.5                         | -24.8                  | -19.8                         | -79.9                  | 9.3                        |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0                     | -1                           | 0                     | -0.5                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 1.2                        |
| $\sigma_4$ | -54.2 | -8.4                  | -26.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.7                          | 6.5                   | -4.2                         | -37.7                 | -61.8                         | -74.1                  | -66.7                         | -118.3                 | 4.9                        |
| $\sigma_3$ | -49.8 | -7.1                  | -24.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.5                          | 5.9                   | -2.8                         | -34.4                 | -56.5                         | -68                    | -59.8                         | -108.3                 | 3.3                        |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 27.7  | 15.3                  | 17.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.6                         | -4.2                  | 21                           | 24.5                  | 39.3                          | 40.6                   | 63.9                          | 69.4                   | 24.6                       |
| $\sigma_0$ | 32.9  | 16.8                  | 20             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -3.9                         | -4.9                  | 22.6                         | 28.5                  | 45.8                          | 47.9                   | 72.3                          | 81.3                   | 26.5                       |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | -0.1                         | 0                     | 0                             | 0                      | -0.1                          | -0.1                   | 0.1                        |
| $\tau_3$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.7                   | -3.6                         | -3.8                  | 1.6                           | 1.6                    | -3.6                          | -3.6                   | 5.2                        |
| $\tau_2$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.6                          | 1.9                   | -3.6                         | -4.2                  | 1.6                           | 1.6                    | -3.6                          | -3.6                   | 5.3                        |
| $\tau_1$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 1.5                          | 1.8                   | -3.3                         | -4                    | 1.5                           | 1.5                    | -3.3                          | -3.3                   | 4.8                        |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.64 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -0.46 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -3 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.63 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.82E+5  | -1.69E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.82E+5 | -1.69E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmax)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.9                         | 0                     | -1.9                         | 0                     | -2.9                          | 0                      | -2.9                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -38.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.6                        | -52.2                 | -10.6                        | -52.2                 | -25.5                         | -90.6                  | -25.5                         | -90.6                  | 0                          |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.9                 | -32.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -7.5                         | -44.6                 | -7.5                         | -44.6                 | -19.4                         | -77.5                  | -19.4                         | -77.5                  | 0                          |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.9                         | 0                     | -0.9                         | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | -54.2 | -8.4                  | -26.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4                           | -35.8                 | -4                           | -35.8                 | -66.5                         | -116.4                 | -66.5                         | -116.4                 | 0                          |
| $\sigma_3$ | -49.8 | -7.1                  | -24.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.7                         | -32.7                 | -2.7                         | -32.7                 | -59.6                         | -106.6                 | -59.6                         | -106.6                 | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |
| $\sigma_1$ | 27.7  | 15.3                  | 17.2           | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 19.9                         | 23.3                  | 19.9                         | 23.3                  | 62.9                          | 68.1                   | 62.9                          | 68.1                   | 0                          |
| $\sigma_0$ | 32.9  | 16.8                  | 20             | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 21.5                         | 27.1                  | 21.5                         | 27.1                  | 71.2                          | 79.9                   | 71.2                          | 79.9                   | 0                          |
| $\tau_4$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0.2                          | 0.1                   | -0.2                         | -0.1                  | 0.2                           | 0.2                    | -0.2                          | -0.2                   | 0.4                        |
| $\tau_3$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 9                            | 9.5                   | -9                           | -9.5                  | 9                             | 9                      | -9                            | -9                     | 18                         |
| $\tau_2$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 9                            | 10.4                  | -9                           | -10.4                 | 9                             | 9                      | -9                            | -9                     | 18                         |
| $\tau_1$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 8.2                          | 9.9                   | -8.2                         | -9.9                  | 8.2                           | 8.2                    | -8.2                          | -8.2                   | 16.3                       |
| $\tau_0$   | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Sollecitazioni per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

| Fase     | N (N)   | V (N)    | M (Nm)   | T (Nm) |
|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1        | 0E+00   | 0E+00    | -1.9E+6  | 0E+00  |
| 2a       | 0E+00   | 0E+00    | -1.25E+6 | 0E+00  |
| 2b       | 3.77E-3 | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Rit.Iso  | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 2c       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| 3a       | 0E+00   | 0E+00    | 0E+00    | 0E+00  |
| Term.Iso | 0E+00   | 0        | 0E+00    | 0      |
| 3b max   | 0E+00   | 1.82E+5  | -1.69E+6 | 0E+00  |
| 3b max   | 0E+00   | -1.82E+5 | -1.69E+6 | 0E+00  |

**Tensioni normali sulla sezione lorda per dettagli di carpenteria e pioli (Comb. Vmin)**

|            | F. 1  | F. 2a<br>Non<br>Fess. | F. 2a<br>Fess. | F. 2b<br>Non<br>Fess. | F. 2b<br>Fess. | F. 2c<br>Non<br>Fess. | F. 2c<br>Fess. | F. 3a<br>Non<br>Fess. | F. 3a<br>Fess. | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Fess.<br>Max | F. 3b<br>Non<br>Fess.<br>Min | F. 3b<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Fess.<br>Max | Totale<br>Non<br>Fess.<br>Min | Totale<br>Fess.<br>Min | $\Delta\sigma, \Delta\tau$ |
|------------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| $\sigma_8$ | 0     | -1                    | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -1.9                         | 0                     | -1.9                         | 0                     | -2.9                          | 0                      | -2.9                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_7$ | 0     | -14.9                 | -38.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -10.6                        | -52.2                 | -10.6                        | -52.2                 | -25.5                         | -90.6                  | -25.5                         | -90.6                  | 0                          |
| $\sigma_6$ | 0     | -11.9                 | -32.9          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -7.5                         | -44.6                 | -7.5                         | -44.6                 | -19.4                         | -77.5                  | -19.4                         | -77.5                  | 0                          |
| $\sigma_5$ | 0     | -0.6                  | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -0.9                         | 0                     | -0.9                         | 0                     | -1.6                          | 0                      | -1.6                          | 0                      | 0                          |
| $\sigma_4$ | -54.2 | -8.4                  | -26.4          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -4                           | -35.8                 | -4                           | -35.8                 | -66.5                         | -116.4                 | -66.5                         | -116.4                 | 0                          |
| $\sigma_3$ | -49.8 | -7.1                  | -24.1          | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | -2.7                         | -32.7                 | -2.7                         | -32.7                 | -59.6                         | -106.6                 | -59.6                         | -106.6                 | 0                          |
| $\sigma_2$ | 0     | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                     | 0              | 0                            | 0                     | 0                            | 0                     | 0                             | 0                      | 0                             | 0                      | 0                          |

|            |      |      |      |   |   |   |   |   |   |      |      |      |       |      |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|---|---|---|---|---|---|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| $\sigma_1$ | 27.7 | 15.3 | 17.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.9 | 23.3 | 19.9 | 23.3  | 62.9 | 68.1 | 62.9 | 68.1 | 0    |
| $\sigma_0$ | 32.9 | 16.8 | 20   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21.5 | 27.1 | 21.5 | 27.1  | 71.2 | 79.9 | 71.2 | 79.9 | 0    |
| $\tau_4$   | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2  | 0.1  | -0.2 | -0.1  | 0.2  | 0.2  | -0.2 | -0.2 | 0.4  |
| $\tau_3$   | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9    | 9.5  | -9   | -9.5  | 9    | 9    | -9   | -9   | 18   |
| $\tau_2$   | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9    | 10.4 | -9   | -10.4 | 9    | 9    | -9   | -9   | 18   |
| $\tau_1$   | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.2  | 9.9  | -8.2 | -9.9  | 8.2  | 8.2  | -8.2 | -8.2 | 16.3 |
| $\tau_0$   | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**NOTE**

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 max = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 max = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 max e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 min = -2.9 N/mm<sup>2</sup>
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 min = -1.58 N/mm<sup>2</sup>  
La sezione a fine fase 3 min e' stata considerata: Non fessurata ( t.,b.)

**Dati di calcolo per i coefficienti di sicurezza e i fattori equivalenti di danno**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Coefficienti parziali di sicurezza per la carpenteria:         | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.35   |
| Fattore equivalente di danno per flessione per la carpenteria: | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | 2.27 x 1.224 x 1 x 1 = 2.779 > 2 => 2 (Campata)  |
| Fattore equivalente di danno per taglio per la carpenteria:    | $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 =$               | 2.498 x 1.224 x 1 x 1 = 3.059 (Campata)  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_1$                             | Collocazione della sezione:   | (Campata)  |
|  | Luce per il momento (m):  | 38   |
|  | Luce per il taglio (m):   | 15.2   |
| Dati per il calcolo di $\lambda_2, \lambda_{v2}$               | $Q_0$ (kN)  | 480  |
|  | $N_0$   | 500000   |
|  | $N_{obs}$   | 2000000  |
|  | $Q_{mi}$ (kN)   | 0  |
|  | Categoria di traffico (Table 4.5n - EN 1991-2):                           | Roads and motorways with 2 or more lanes per direction with high flow rates of lorries |
|  | Distribuzione del traffico (Table 4.7 - EN 1991-2) :                      | Long distance (20% Q1, 5% Q2, 50% Q3, 15% Q4, 10% Q5)                                  |
| Dati per il calcolo di $\lambda_3, \lambda_{v3}$               | Vita di progetto in anni:   | 100  |
| Dati per il calcolo di $\gamma_{Mf}$ per la carpenteria:       | Metodo di verifica:   | Safe life  |
|  | Conseguenza del danno:  | High consequence   |
| Fattore equivalente di danno per i pioli:                      | $\lambda_v = \lambda_{v1} * \lambda_{v2} * \lambda_{v3} * \lambda_{v4} =$ | 1.55 x 1.133 x 1 x 1 = 1.756   |
| Coefficienti parziali di sicurezza per i pioli:                | $\gamma_{Ff}$   | 1  |
|  | $\gamma_{Mf}$   | 1.15   |

**Verifica a fatica dei pioli**

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmax)**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 20.12 / (90 / 1.15) = 0.257    |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 9.78 / (80 / 1.35) = 0.165 (*) |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.257 + 0.165 = 0.422 (*)          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                      |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Mmin)**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | = 1 * 20.12 / (90 / 1.15) = 0.257    |
| $\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | = 1 * 9.78 / (80 / 1.35) = 0.165 (*) |
| $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} / (\Delta \tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2} / (\Delta \sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | = 0.257 + 0.165 = 0.422 (*)          |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                      |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmax)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 68.95 / (90 / 1.15) = 0.881$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0 / (80 / 1.35) = 0(*)$      |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.881 + 0 = 0.881(*)$            |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

**Coefficienti di utilizzo (Comb. Vmin)**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) \leq 1$   | $= 1 * 68.95 / (90 / 1.15) = 0.881$ |
| $\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1$   | $= 1 * 0 / (80 / 1.35) = 0(*)$      |
| $\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) + \gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}) \leq 1.3$ | $= 0.881 + 0 = 0.881(*)$            |
| <b>VERIFICA SODDISFATTA</b>  |                                     |

(\*) Verifica non significativa (Piattabanda superiore compressa)

## 9.4 VERIFICA DEI TRAVERSI

In questa sezione si riportano le verifiche di resistenza dei tralversali di campata e di testata.

In particolare, avendo utilizzato per tutti gli elementi dei tralversali reticolari gli stessi profili 2L100×100×10 mm si riporta la verifica dell'elemento più sollecitato.

Le sollecitazioni massime di verifica allo **SLU** sono riportate di seguito.

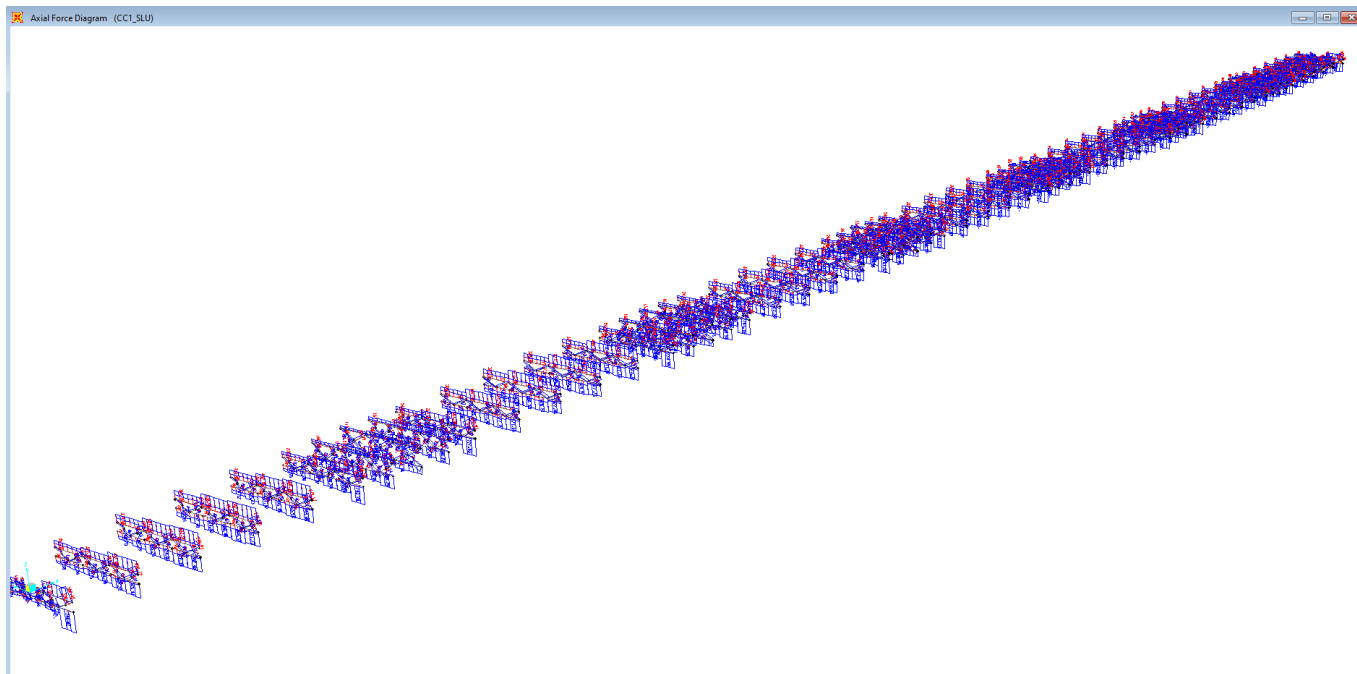


FIGURA 9-2. FORZA NORMALE SLU

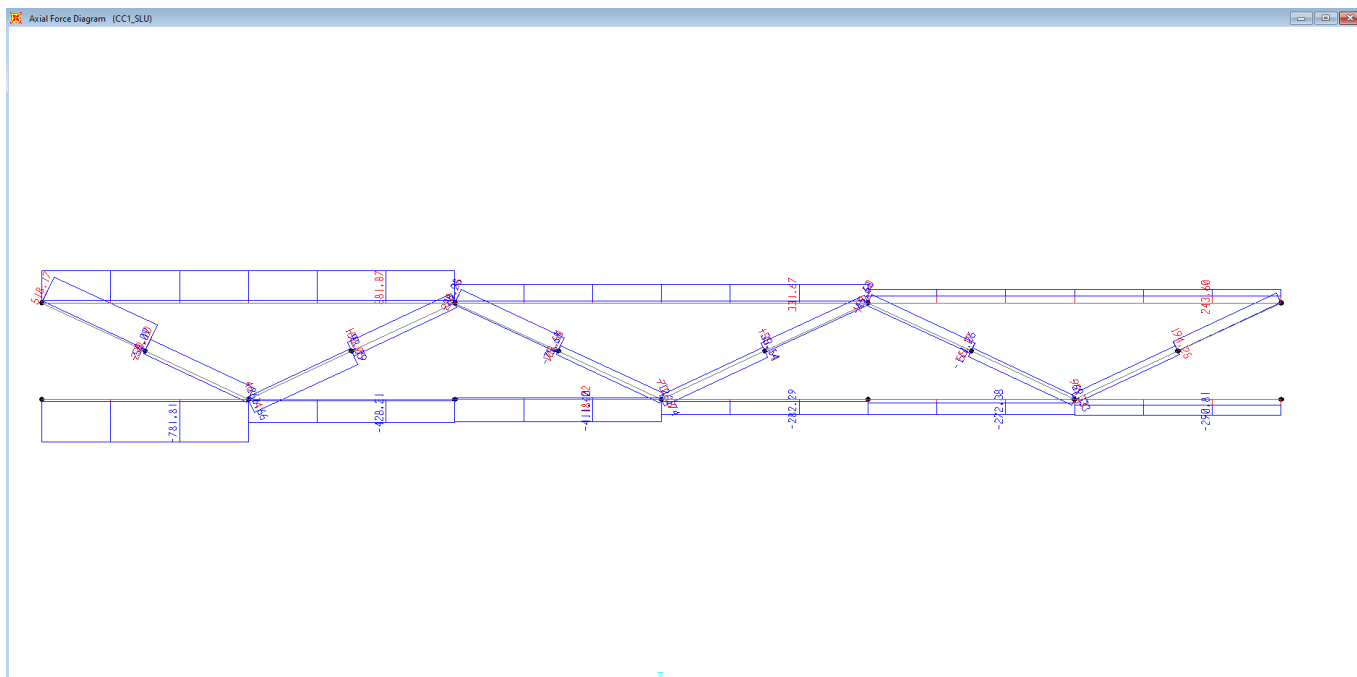


FIGURA 9-3. TRASVERSO PIÙ SOLLECITATO SLU



La verifica viene condotta sul corrente inferiore maggiormente sollecitato considerando cautelativamente una lunghezza libera di inflessione pari a:

$$L = 3000 \text{ mm}$$

La sollecitazione massima risulta pari a:

$$N_{sd} \cong -780 \text{ kN (compressione massima)}.$$

Nella tabella seguente si riporta la verifica di instabilità del corrente.

| Correnti inferiori      |                  |                         |
|-------------------------|------------------|-------------------------|
| <i>n.</i>               | <b>2</b>         | <i>[-]</i>              |
| <i>f<sub>yk</sub></i>   | <b>355</b>       | <i>[MPa]</i>            |
| <i>E<sub>a</sub></i>    | <b>210000</b>    | <i>[MPa]</i>            |
| <i>J<sub>a</sub></i>    | <b>1.767E+06</b> | <i>[mm<sup>4</sup>]</i> |
| <i>A<sub>a</sub></i>    | <b>1.92E+03</b>  | <i>[mm<sup>2</sup>]</i> |
| <i>l<sub>0</sub></i>    | <b>3000</b>      | <i>[mm]</i>             |
| <i>N<sub>cr</sub></i>   | <b>407</b>       | <i>[kN]</i>             |
| <i>N<sub>ed</sub></i>   | <b>390</b>       | <i>[kN]</i>             |
| <i>λ<sup>-</sup></i>    | <b>0.41</b>      | <i>[-]</i>              |
| <i>α</i>                | <b>0.34</b>      | <i>[-]</i>              |
| <i>φ</i>                | <b>0.62</b>      | <i>[-]</i>              |
| <i>χ</i>                | <b>0.92</b>      | <i>[-]</i>              |
| <i>γ<sub>M1</sub></i>   | <b>1.05</b>      | <i>[-]</i>              |
| <i>N<sub>b,Rd</sub></i> | <b>599</b>       | <i>[kN]</i>             |
| <b>cs</b>               | <b>0.65</b>      | <i>[-]</i>              |

La verifica risulta soddisfatta con  $FS=1.54$

## 10 ANALISI E VERIFICA DELLA SOLETTA

Nel presente paragrafo si analizza la soletta di impalcato costituita da un getto di calcestruzzo armato di spessore pari a 23 cm su di una coppella prefabbricata in c.a.v. tralicciata di spessore pari a 70 mm.

### 10.1 VERIFICA COPPELLA IN FASE DI GETTO

In direzione trasversale, il getto dello spessore corrente di soletta avverrà in *n.3* fasi:

- fase 1: getto della soletta nei campi centrali tra le travi principali;
- fase 2: getto della soletta sugli sbalzi;
- fase 3: getto dei cordoli.

Oltre al peso proprio delle parti gettate si considera a favore di sicurezza la presenza di un sovraccarico accidentale di 1.0 kN/m<sup>2</sup>.

Si prevede a tale scopo l'utilizzo di cospelle aventi spessori di 70 mm, armate con tralici d'armatura così formati:

Corrente superiore: *n. 1*  $\phi$  26

Corrente inferiore: *n. 2*  $\phi$  20 annegati nella coppella.

Staffe diagonali: *n. 2*  $\phi$  12/20

Distanza tra corrente superiore/inferiore (assi baricentrici): 186 mm

Lo studio della fase di getto fa riferimento alle configurazioni limite di trave appoggiata su una luce pari a 3.00 m per le campate intermedie e di sbalzo pari a 3.00 m.

### 10.1.1 SBALZO

| SBALZO               |        |                      |   |
|----------------------|--------|----------------------|---|
| L                    | 3.00   | [m]                  | luce sbalzo   |
| t <sub>s</sub>       | 0.30   | [m]                  | spessore totale soletta   |
| γ <sub>c</sub>       | 25     | [kN/m <sup>3</sup> ] | peso specifico calcestruzzo   |
| t <sub>c</sub>       | 0.070  | [m]                  | spessore lastra   |
| g <sub>c</sub>       | 1.75   | [kN/m <sup>2</sup> ] | peso lastra   |
| g <sub>s</sub>       | 5.75   | [kN/m <sup>2</sup> ] | peso getto soletta  |
| δ                    | 1.10   | [-]                  | incremento dinamico   |
| g <sub>k</sub>       | 8.08   | [kN/m <sup>2</sup> ] | peso totale caratteristico  |
| q                    | 1.00   | [kN/m <sup>2</sup> ] | carico accidentale  |
| g <sub>vel</sub>     | 2.50   | [kN/m]               | peso veletta  |
| (g+q) <sub>SLU</sub> | 12.4   | [kN/m <sup>2</sup> ] | carico combinazione SLU   |
| (g+q) <sub>SLE</sub> | 8.08   | [kN/m <sup>2</sup> ] | carico combinazione RA/QP/FRQ   |
| M <sub>SLU</sub>     | 65.9   | [kNm/m]              | momento flettente combinazione SLU                                      |
| V <sub>SLU</sub>     | 40.6   | [kN/m]               | taglio combinazione SLU   |
| M <sub>SLE</sub>     | 43.8   | [kNm/m]              | momento flettente combinazione RA/QP/FRQ                                |
| h <sub>t</sub>       | 0.186  | [m]                  | altezza traliccio in asse ai correnti                                   |
| s <sub>t</sub>       | 0.60   | [m]                  | interasse tralicci  |
| N <sub>SLU+</sub>    | 212.7  | [kN]                 | forza assiale di trazione correnti superiori combinazione SLU           |
| N <sub>SLU-</sub>    | -212.7 | [kN]                 | forza assiale di compressione correnti inferiori combinazione SLU       |
| V <sub>SLU</sub>     | 24.3   | [kN]                 | taglio staffe diagonali combinazione SLU                                |
| N <sub>SLE+</sub>    | 141.4  | [kN]                 | forza assiale di trazione correnti superiori combinazione RA/QP/FRQ     |
| N <sub>SLE-</sub>    | -141.4 | [kN]                 | forza assiale di compressione correnti inferiori combinazione RA/QP/FRQ |

| Correnti inferiori |           |                    |
|--------------------|-----------|--------------------|
| n.                 | 2         | [-]                |
| f <sub>yk</sub>    | 450       | [MPa]              |
| E <sub>a</sub>     | 210000    | [MPa]              |
| φ                  | 20        | [mm]               |
| J <sub>a</sub>     | 7.854E+03 | [mm <sup>4</sup> ] |
| A <sub>a</sub>     | 3.14E+02  | [mm <sup>2</sup> ] |
| l <sub>0</sub>     | 200       | [mm]               |
| N <sub>cr</sub>    | 407       | [kN]               |
| N <sub>ed</sub>    | 106       | [kN]               |
| λ <sup>-</sup>     | 0.19      | [-]                |
| α                  | 0.49      | [-]                |
| Φ                  | 0.51      | [-]                |
| χ                  | 1.00      | [-]                |
| γ <sub>M1</sub>    | 1.15      | [-]                |
| N <sub>b,Rd</sub>  | 123       | [kN]               |
| cs                 | 0.87      | [-]                |

| Correnti superiori |          |                    |
|--------------------|----------|--------------------|
| n.                 | 1        | [-]                |
| f <sub>yk</sub>    | 450      | [MPa]              |
| φ                  | 26       | [mm]               |
| A <sub>a</sub>     | 5.31E+02 | [mm <sup>2</sup> ] |
| N <sub>ed</sub>    | 213      | [kN]               |
| σ <sub>SLU</sub>   | 401      | [MPa]              |
| γ <sub>M1</sub>    | 1.15     | [-]                |
| cs                 | 1.02     | [-]                |

| Staffe diagonali  |           |                    |
|-------------------|-----------|--------------------|
| n.                | 2         | [-]                |
| f <sub>yk</sub>   | 450       | [MPa]              |
| E <sub>a</sub>    | 210000    | [MPa]              |
| φ                 | 12        | [mm]               |
| J <sub>a</sub>    | 1.018E+03 | [mm <sup>4</sup> ] |
| A <sub>a</sub>    | 1.13E+02  | [mm <sup>2</sup> ] |
| h                 | 186       | [mm]               |
| β                 | 45        | [°]                |
| θ                 | 16        | [°]                |
| l <sub>0</sub>    | 274       | [mm]               |
| N <sub>cr</sub>   | 28        | [kN]               |
| V <sub>ed</sub>   | 24.3      | [kN]               |
| N <sub>ed</sub>   | 18        | [kN]               |
| λ <sup>-</sup>    | 0.43      | [-]                |
| α                 | 0.49      | [-]                |
| Φ                 | 0.65      | [-]                |
| χ                 | 0.88      | [-]                |
| γ <sub>M1</sub>   | 1.15      | [-]                |
| N <sub>b,Rd</sub> | 39        | [kN]               |
| cs                | 0.46      | [-]                |

10.1.2 CAMPATA

| CAMPATA       |       |                      |   |
|---------------|-------|----------------------|---|
| $L$           | 3.00  | [m]                  | luce sbalzo   |
| $t_s$         | 0.300 | [m]                  | spessore totale soletta   |
| $\gamma_c$    | 25    | [kN/m <sup>3</sup> ] | peso specifico calcestruzzo   |
| $t_c$         | 0.070 | [m]                  | spessore lastra   |
| $g_c$         | 1.75  | [kN/m <sup>2</sup> ] | peso lastra   |
| $g_s$         | 5.75  | [kN/m <sup>2</sup> ] | peso getto soletta  |
| $\delta$      | 1.10  | [-]                  | incremento dinamico   |
| $g_k$         | 8.08  | [kN/m <sup>2</sup> ] | peso totale caratteristico  |
| $q$           | 1.00  | [kN/m <sup>2</sup> ] | carico accidentale  |
| $(g+q)_{SLU}$ | 12.4  | [kN/m <sup>2</sup> ] | carico combinazione SLU   |
| $(g+q)_{SLE}$ | 8.08  | [kN/m <sup>2</sup> ] | carico combinazione RA/QP/FRQ   |
| $M_{SLU}$     | 14.0  | [kNm/m]              | momento flettente combinazione SLU                                      |
| $V_{SLU}$     | 18.6  | [kN/m]               | taglio combinazione SLU   |
| $M_{SLE}$     | 9.1   | [kNm/m]              | momento flettente combinazione RA/QP/FRQ                                |
| $h_t$         | 0.186 | [m]                  | altezza traliccio in asse ai correnti                                   |
| $s_t$         | 0.60  | [m]                  | interasse tralicci  |
| $N_{SLU+}$    | 45.0  | [kN]                 | forza assiale di trazione correnti superiori combinazione SLU           |
| $N_{SLU-}$    | -45.0 | [kN]                 | forza assiale di compressione correnti inferiori combinazione SLU       |
| $V_{SLU}$     | 11.2  | [kN]                 | taglio staffe diagonali combinazione SLU                                |
| $N_{SLE+}$    | 29.3  | [kN]                 | forza assiale di trazione correnti superiori combinazione RA/QP/FRQ     |
| $N_{SLE-}$    | -29.3 | [kN]                 | forza assiale di compressione correnti inferiori combinazione RA/QP/FRQ |

| Correnti superiori |           |                    |
|--------------------|-----------|--------------------|
| $n$                | 1         | [-]                |
| $f_{yk}$           | 450       | [MPa]              |
| $E_a$              | 210000    | [MPa]              |
| $\phi$             | 26        | [mm]               |
| $J_a$              | 2.243E+04 | [mm <sup>4</sup> ] |
| $A_a$              | 5.31E+02  | [mm <sup>2</sup> ] |
| $l_0$              | 200       | [mm]               |
| $N_{cr}$           | 1162      | [kN]               |
| $N_{ed}$           | 45        | [kN]               |
| $\lambda^-$        | 0.14      | [-]                |
| $\alpha$           | 0.49      | [-]                |
| $\Phi$             | 0.50      | [-]                |
| $\chi$             | 1.00      | [-]                |
| $\gamma_{M1}$      | 1.15      | [-]                |
| $N_{b,Rd}$         | 208       | [kN]               |
| <b>cs</b>          | 0.22      | [-]                |

| Correnti inferiori |          |                    |
|--------------------|----------|--------------------|
| $n$                | 2        | [-]                |
| $f_{yk}$           | 450      | [MPa]              |
| $\phi$             | 20       | [mm]               |
| $A_a$              | 3.14E+02 | [mm <sup>2</sup> ] |
| $N_{ed}$           | 23       | [kN]               |
| $\sigma_{SLU}$     | 72       | [MPa]              |
| $\gamma_{M1}$      | 1.15     | [-]                |
| <b>cs</b>          | 0.18     | [-]                |

## 10.2 ANALISI TRASVERSALE DELLA SOLETTA

Per il calcolo delle sollecitazioni in direzione trasversale è implementato un modello di calcolo semplificato a trave di profondità unitaria utilizzando elementi finiti monodimensionali tipo "beam" a 2 nodi. Lo schema statico adottato è quello di una trave continua su n.4 appoggi (le travi longitudinali) con le 3 campate interne di luce pari a 3.50 m e con gli sbalzi laterali di lunghezza pari a 2.80 m.

L'analisi della soletta d'impalcato viene condotta prendendo in esame i contributi di carico relativi al peso proprio, ai carichi permanenti portati, ai carichi accidentali mobili ed all'azione eccezionale di urto sui dispositivi di ritenuta. La posizione dei carichi mobili è definita con l'obiettivo principale di massimizzare/minimizzare il momento flettente trasversale in corrispondenza di tutte le sezioni di soletta ritenute critiche. Tale obiettivo è ottenuto utilizzando carichi mobili sull'intera larghezza carrabile della soletta; la condizione di carico considerata che massimizza le sollecitazioni trasversali è quella che prevede lo schema di carico **LM1**.

Per valutare gli effetti della deformabilità dell'impalcato si utilizza inoltre un modello con vincoli elastici aventi una rigidezza corrispondente alla cedevolezza dell'impalcato nella sezione di mezzeria, massimizzando in tal modo i momenti flettenti positivi. Cautelativamente si considera per tutte le sezioni la cedevolezza della campata centrale.

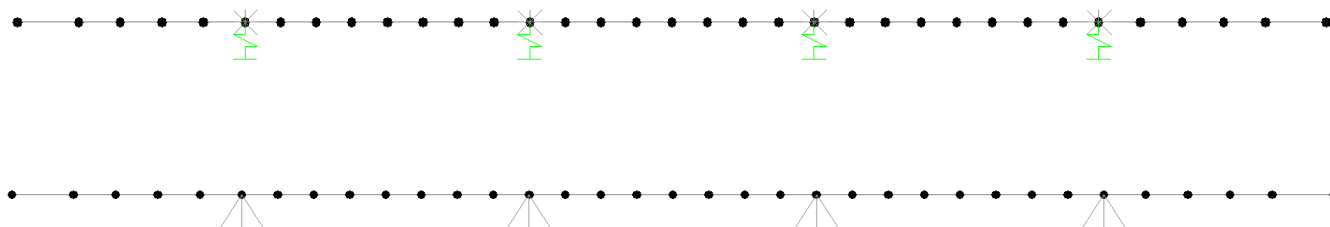


FIGURA 10-1. MODELLI DI CALCOLO SOLETTA

L'effetto dei carichi mobili è valutato effettuando una diffusione a 45° fino a metà spessore soletta considerando lo spessore minimo di pavimentazione pari a 12 cm.

Il funzionamento a piastra viene preso in conto assumendo una larghezza collaborante valutata con una diffusione planimetrica a 45° dalla mezzeria della campata fino ad asse trave considerando, per lo schema di carico **LM1**, la sovrapposizione delle aree di diffusione.

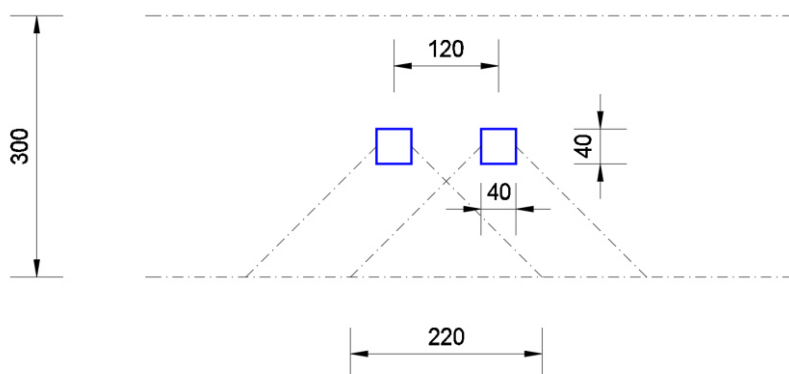


FIGURA 10-2. MODELLO DI CARICO LM1 – DIFFUSIONE PLANIMETRICA

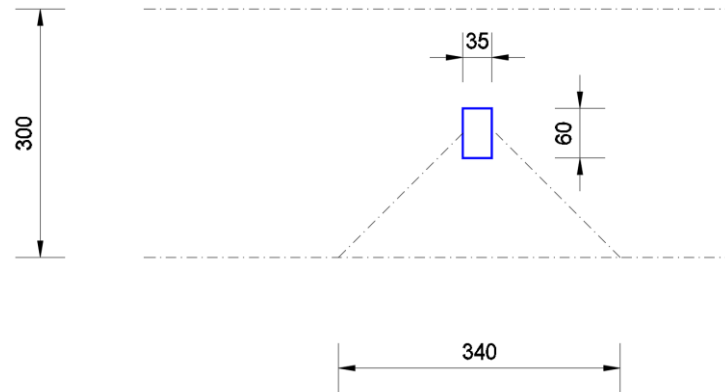


FIGURA 10-3. MODELLO DI CARICO LM2 – DIFFUSIONE PLANIMETRICA

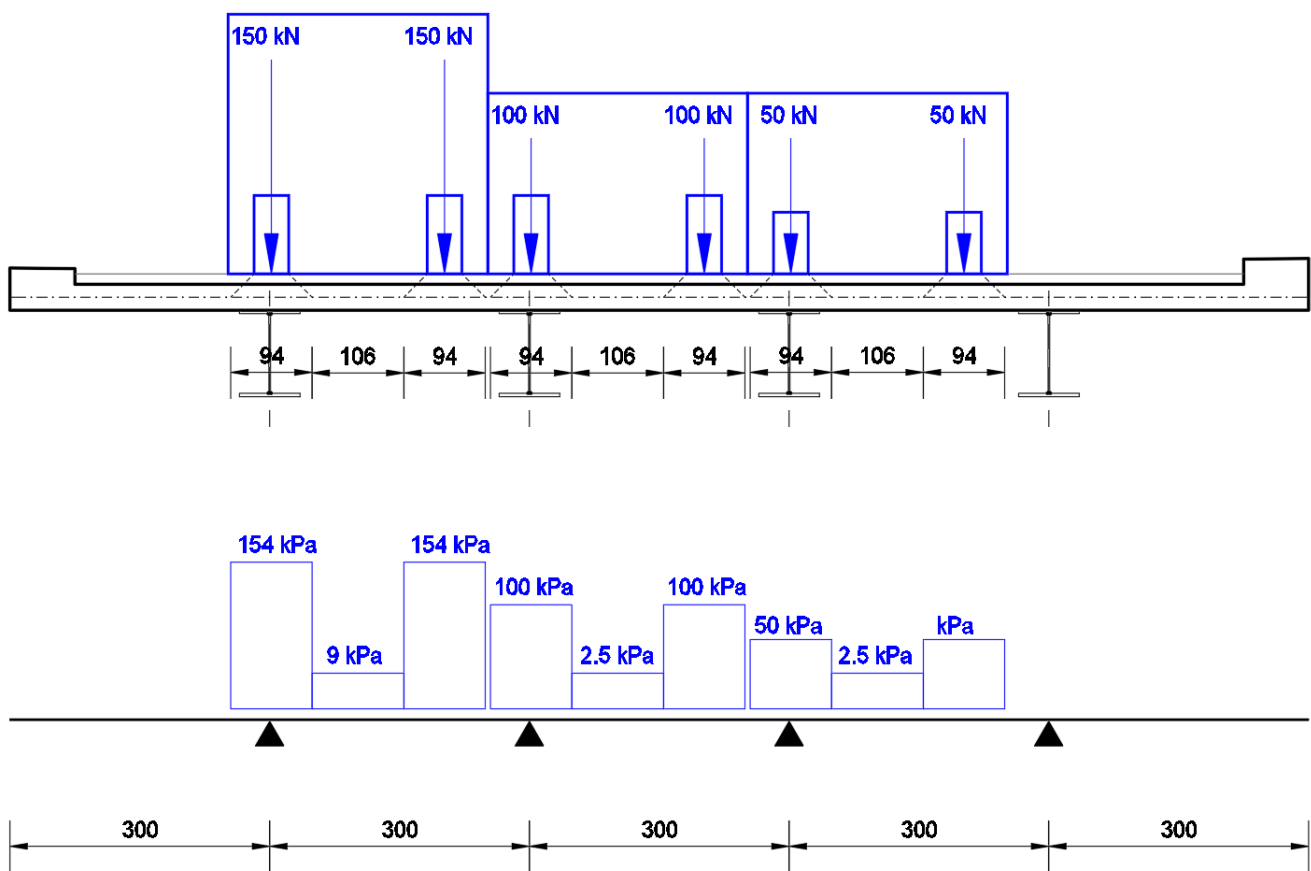


FIGURA 10-4. MODELLO DI CARICO LM1 – DISPOSIZIONE 1

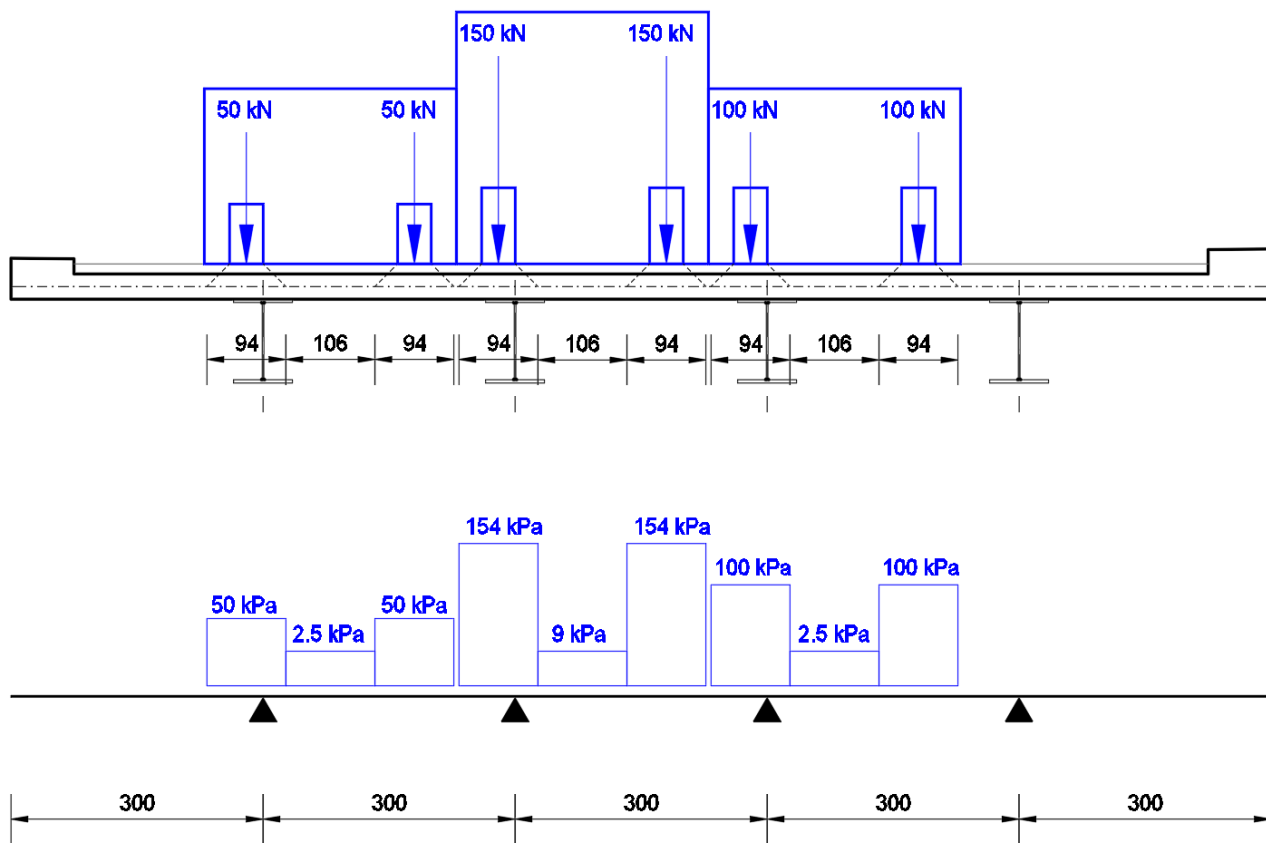


FIGURA 10-5. MODELLO DI CARICO LM1 – DISPOSIZIONE 2

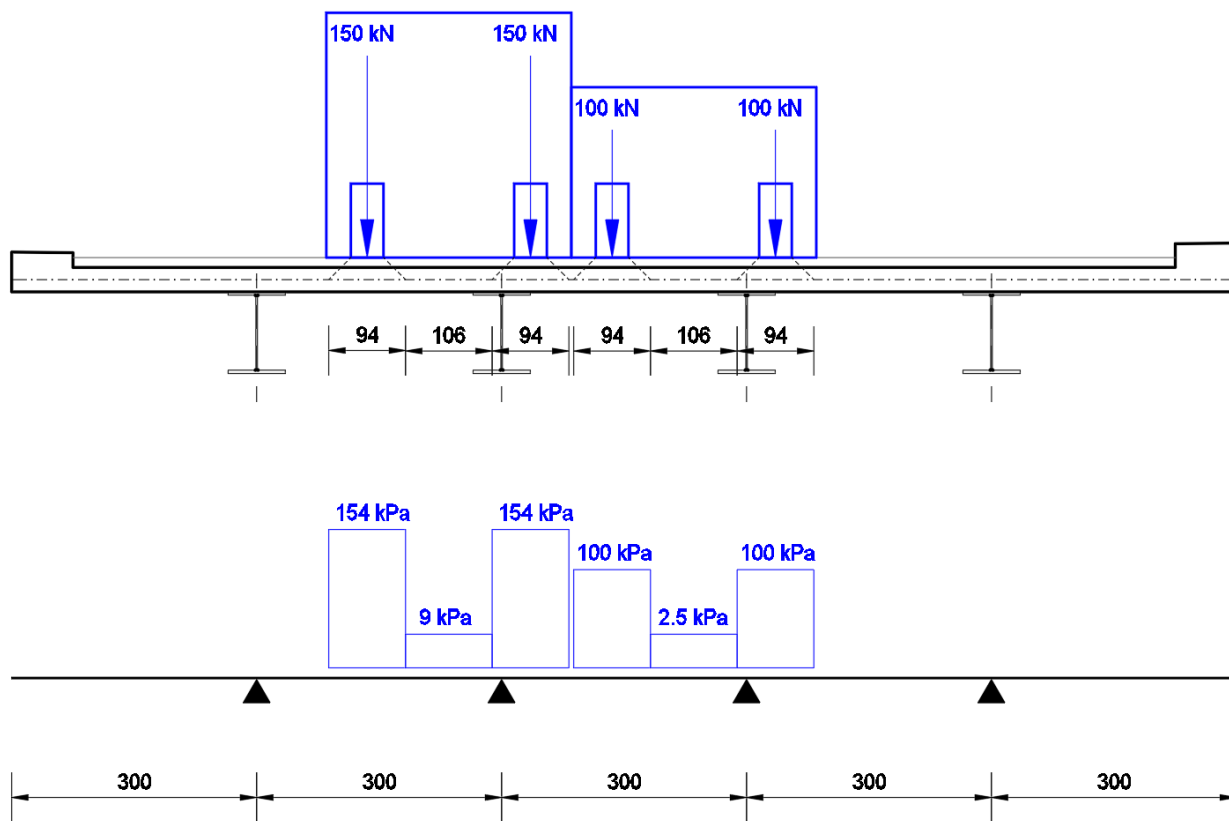


FIGURA 10-6. MODELLO DI CARICO LM1 – DISPOSIZIONE 3

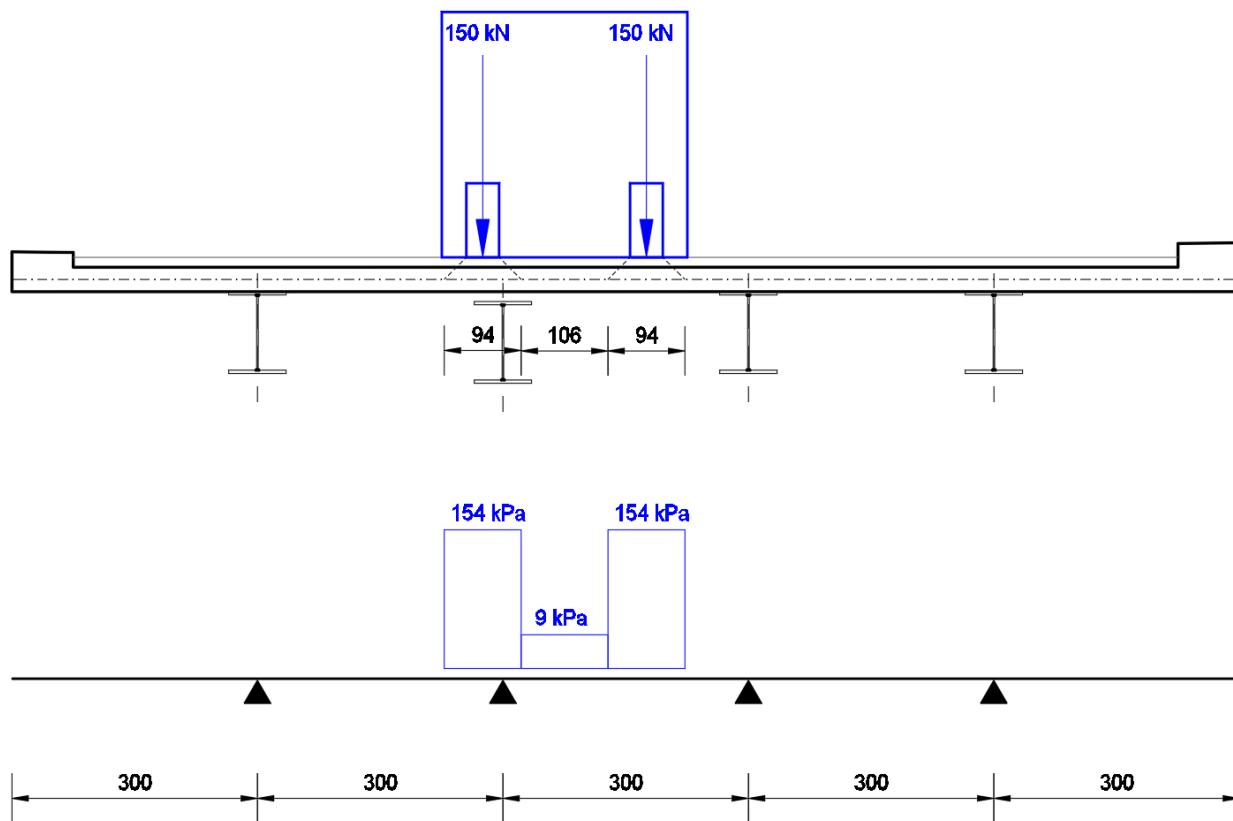


FIGURA 10-7. MODELLO DI CARICO LM1 – DISPOSIZIONE 4

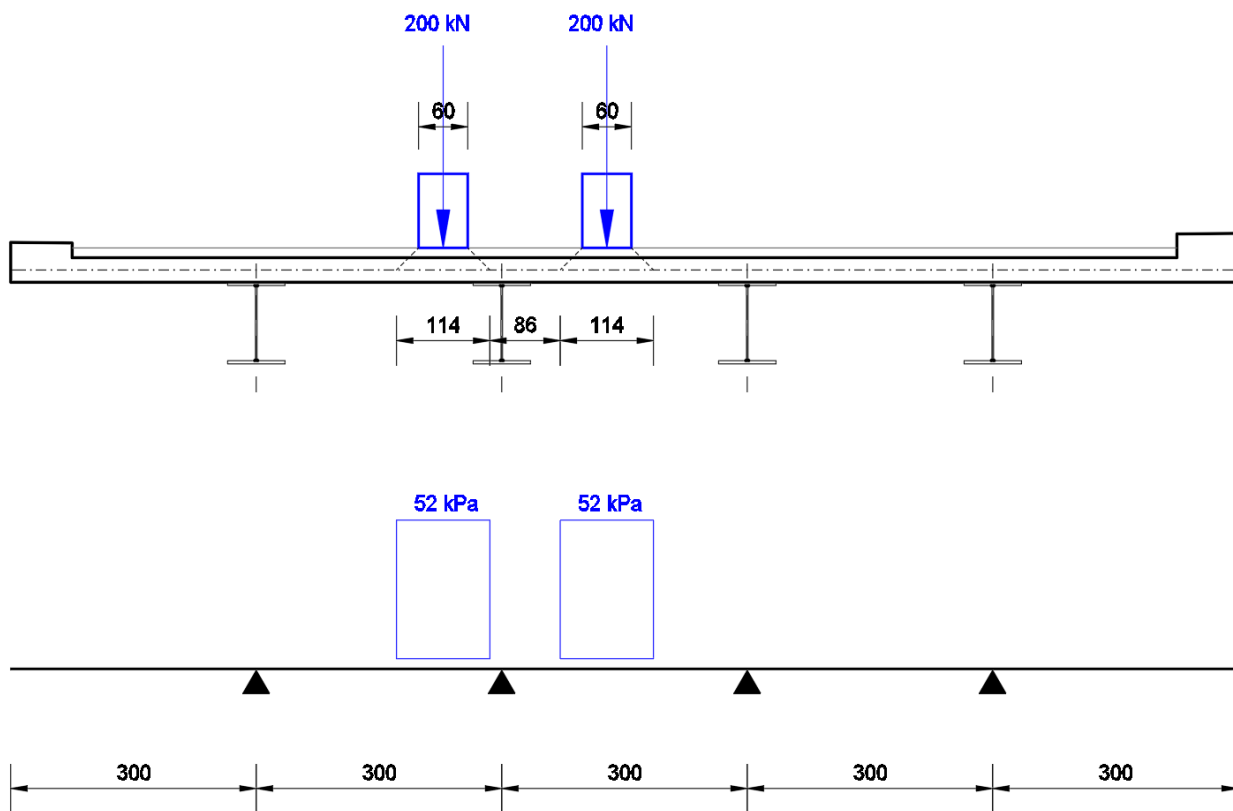


FIGURA 10-8. MODELLO DI CARICO LM2



Considerando la sovrapposizione delle aree di diffusione si ottengono, per il modello di carico **LM1**, le seguenti forze distribuite:

$$Q_{1k} = 150 \times 2 / (0.94 \times 2.20) + 9 \cong 154 \text{ kPa}$$

$$Q_{2k} = 100 \times 2 / (0.94 \times 2.20) + 2.5 \cong 100 \text{ kPa}$$

$$Q_{3k} = 50 \times 2 / (0.94 \times 2.20) + 2.5 \cong 50 \text{ kPa}$$

Per il modello di carico **LM2** si ottiene:

$$Q_{4k} = 200 / (1.14 \times 3.40) \cong 52 \text{ kPa}$$

### 10.2.1 SOLLECITAZIONI TRASVERSALI SOLETTA

Di seguito si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per il modello a vincoli rigidi e per il modello a vincoli elastici per le combinazioni di verifica.

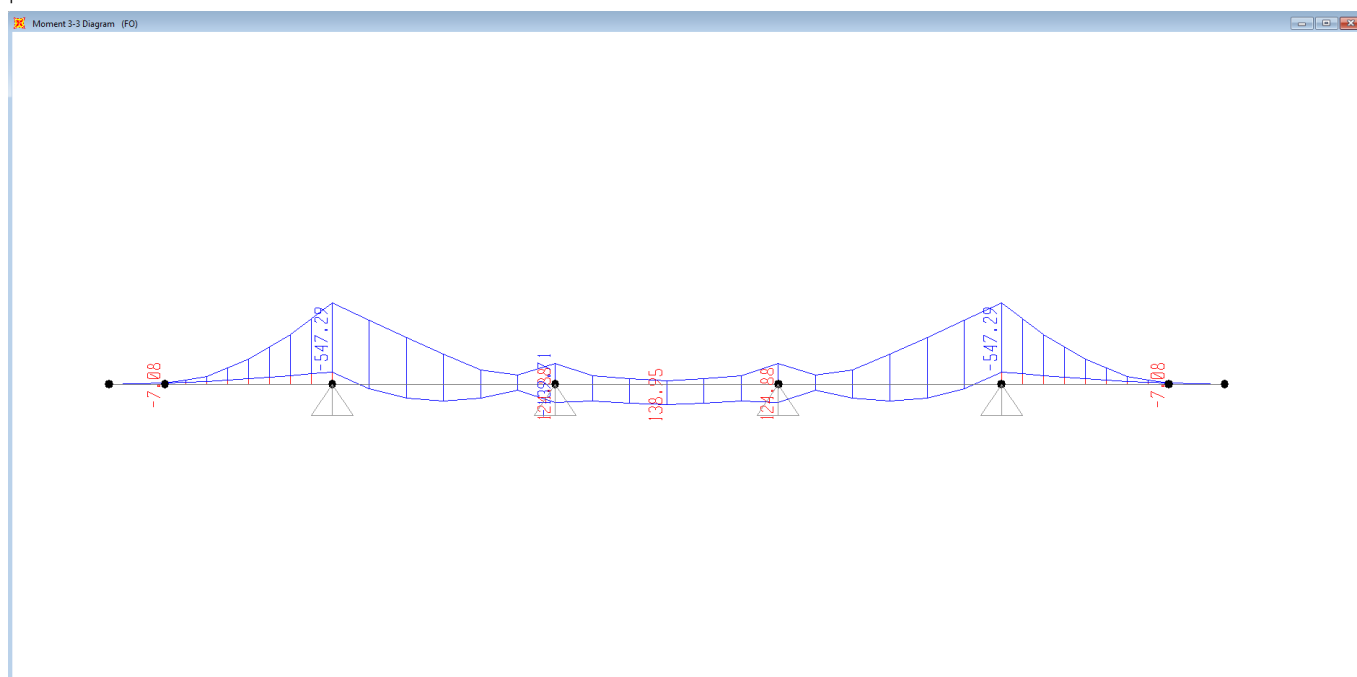


FIGURA 10-9. VINCOLI RIGIDI – MOMENTO FLETTENTE SLU

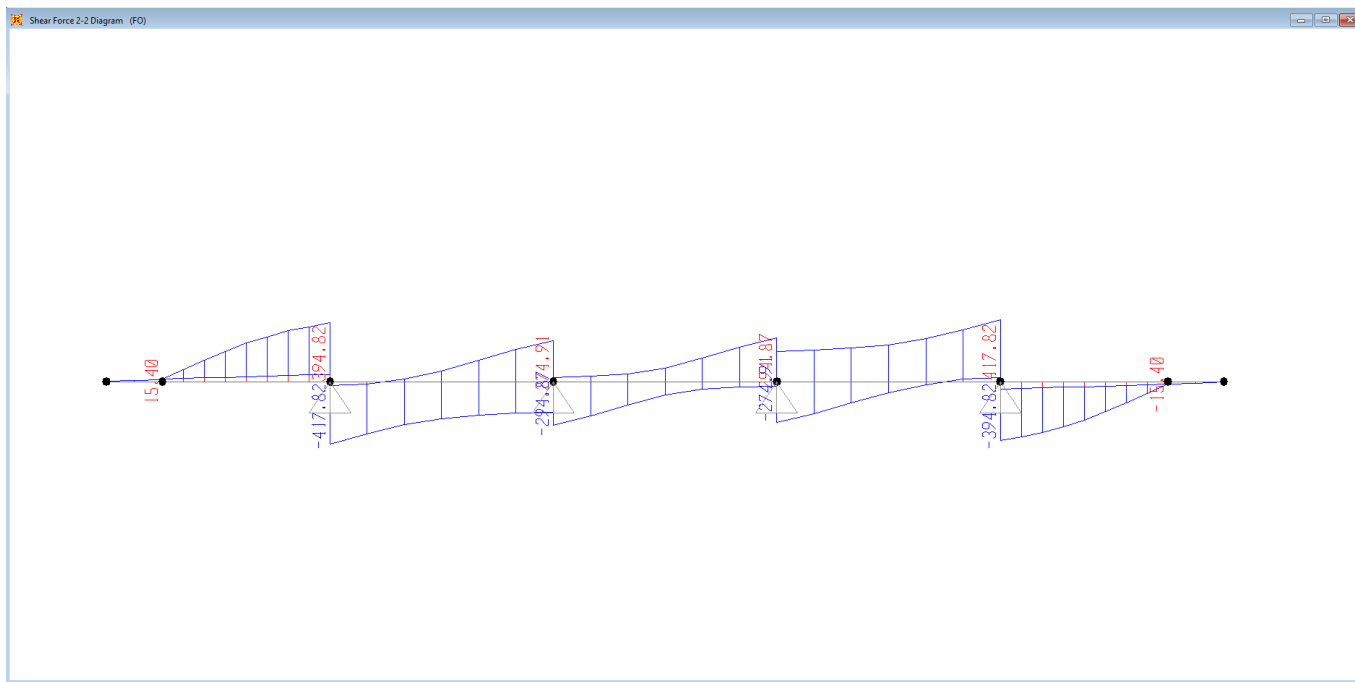


FIGURA 10-10. VINCOLI RIGIDI – TAGLIO SLU

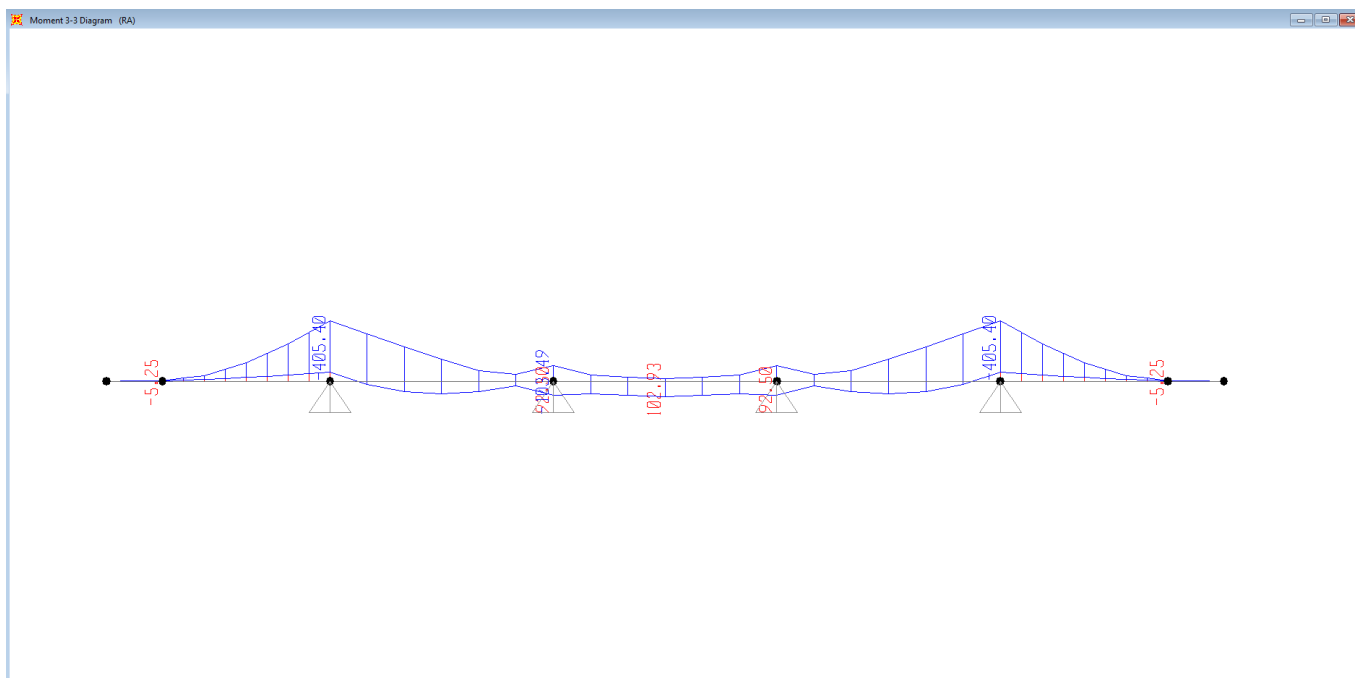


FIGURA 10-11. VINCOLI RIGIDI – MOMENTO FLETTENTE RA

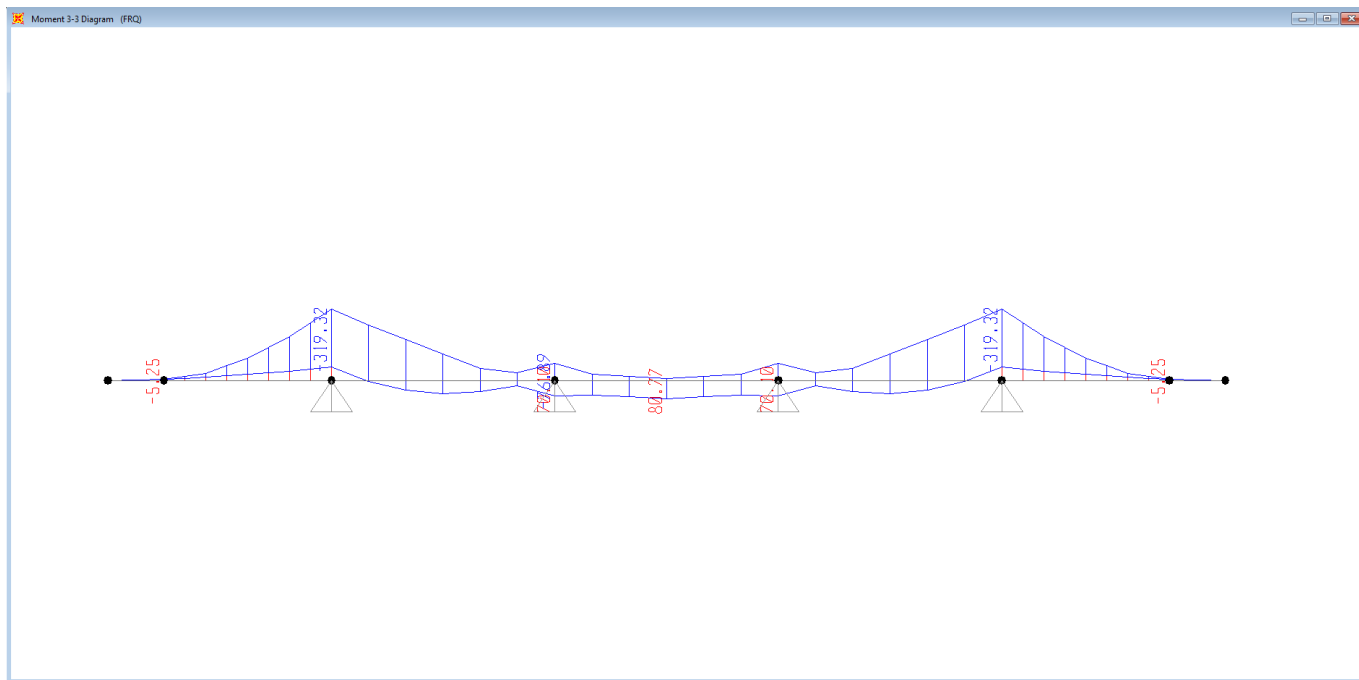


FIGURA 10-12. VINCOLI RIGIDI – MOMENTO FLETTENTE FRQ

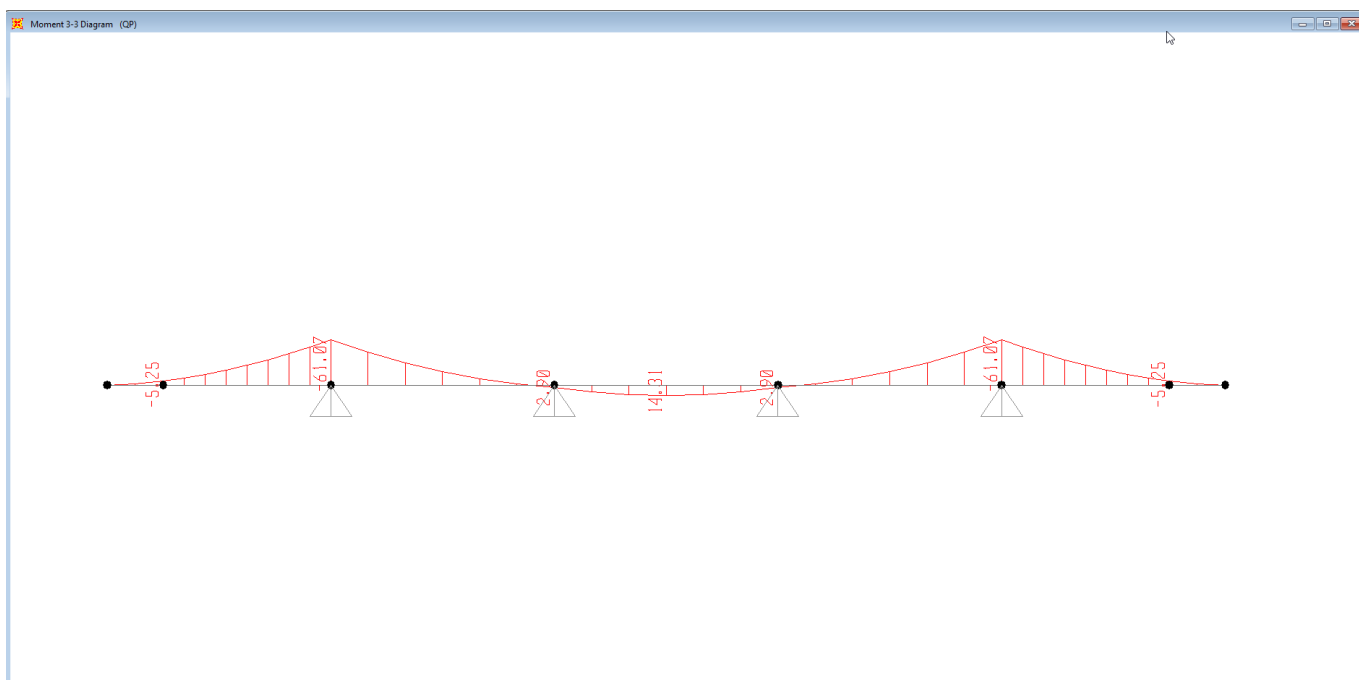


FIGURA 10-13. VINCOLI RIGIDI – MOMENTO FLETTENTE QP

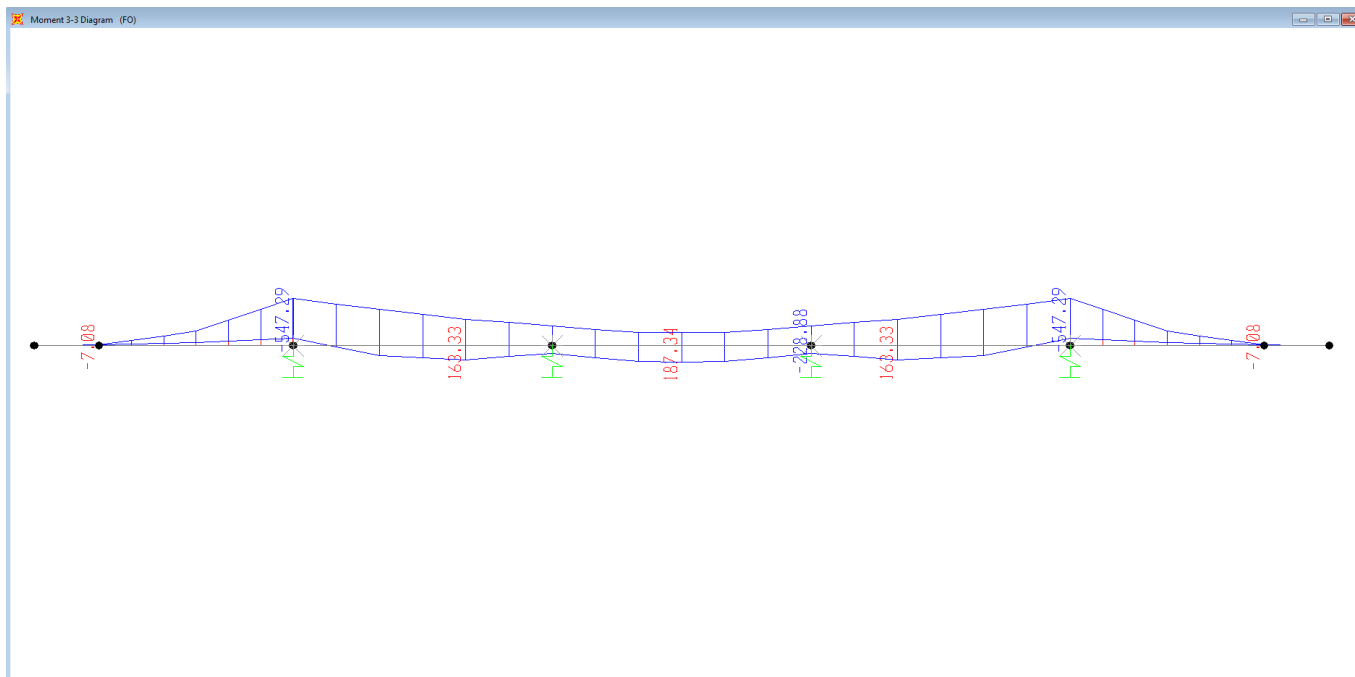


FIGURA 10-14. VINCOLI ELASTICI – MOMENTO FLETTENTE SLU

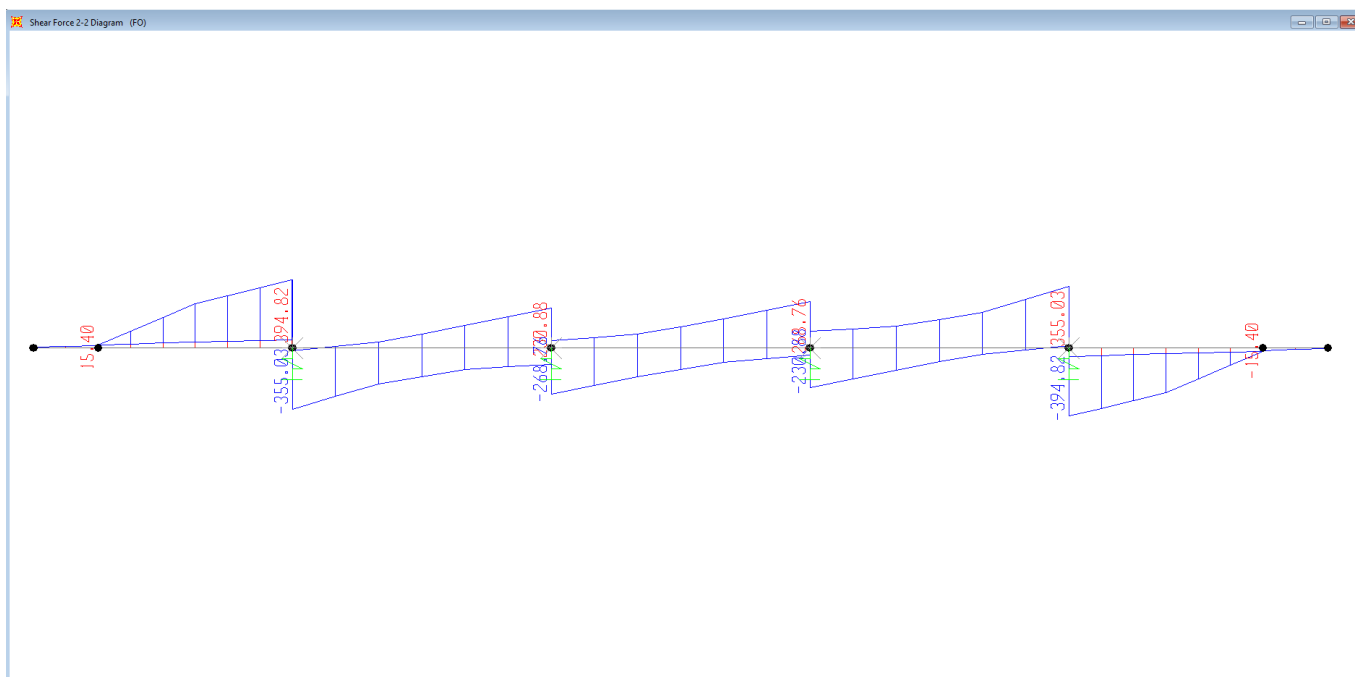


FIGURA 10-15. VINCOLI ELASTICI – TAGLIO SLU

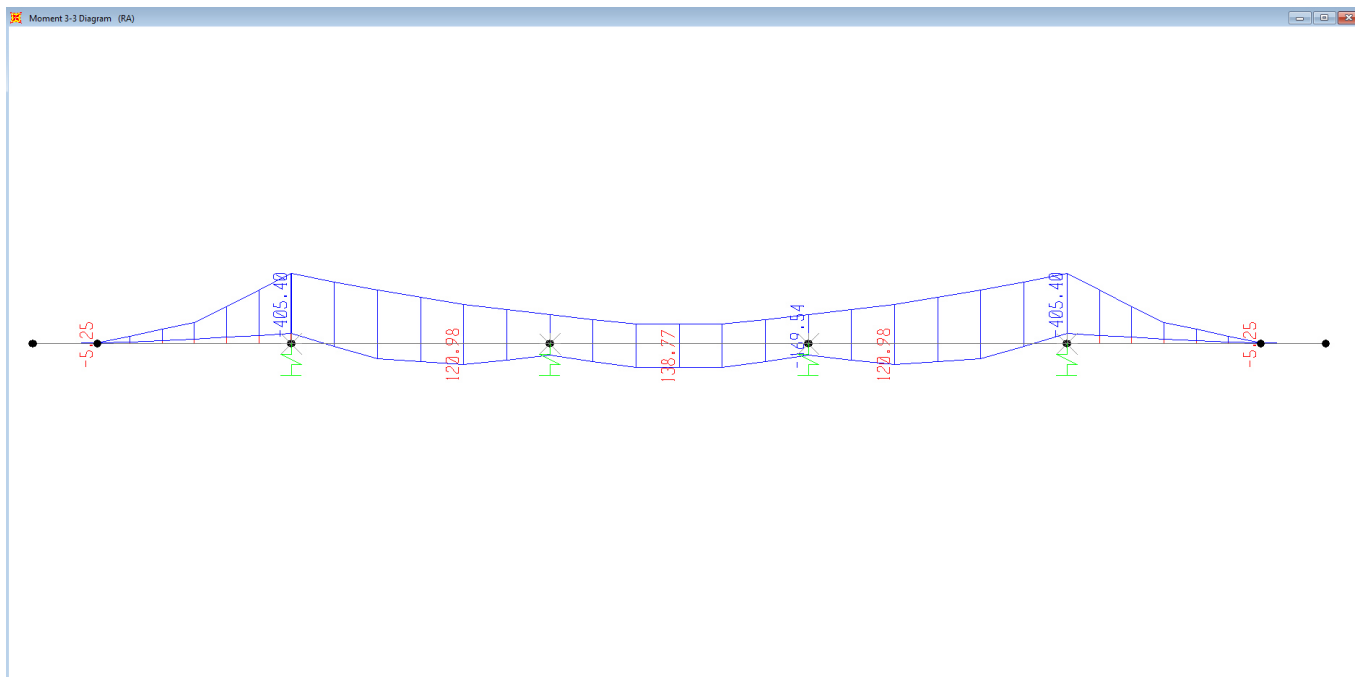


FIGURA 10-16. VINCOLI ELASTICI – MOMENTO FLETTENTE RA

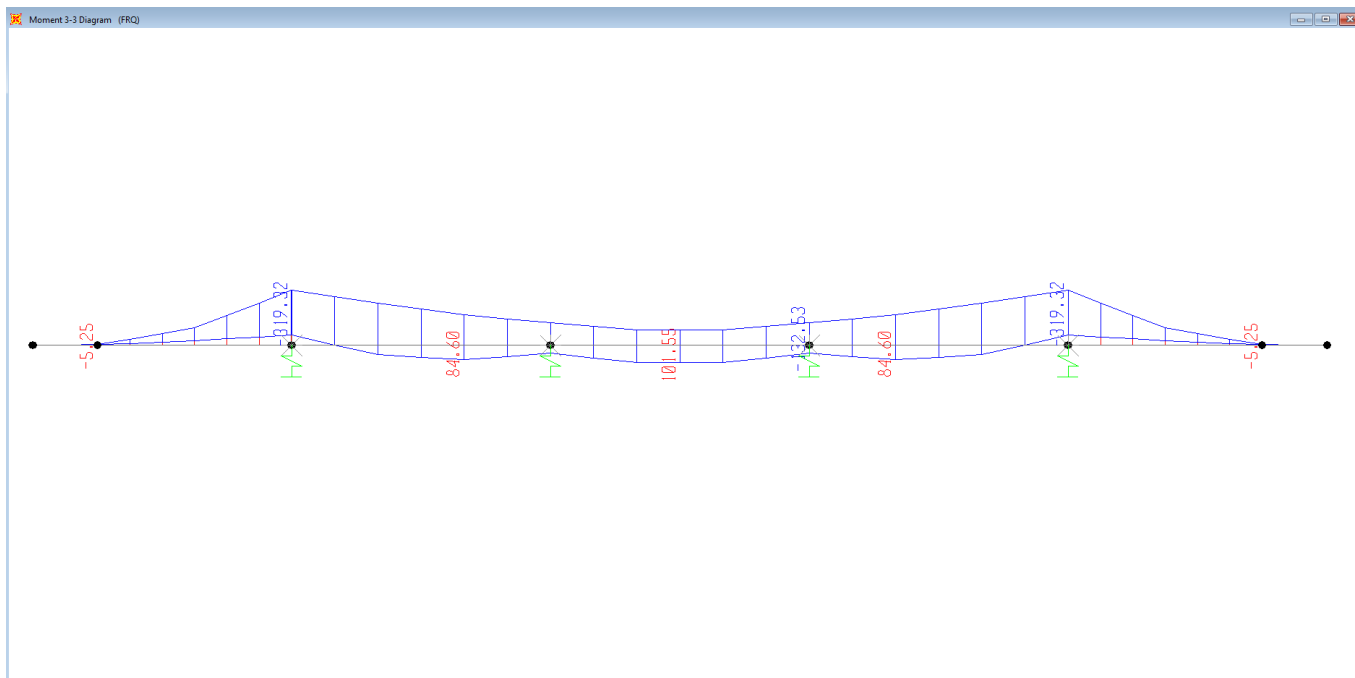


FIGURA 10-17. VINCOLI ELASTICI – MOMENTO FLETTENTE FRQ

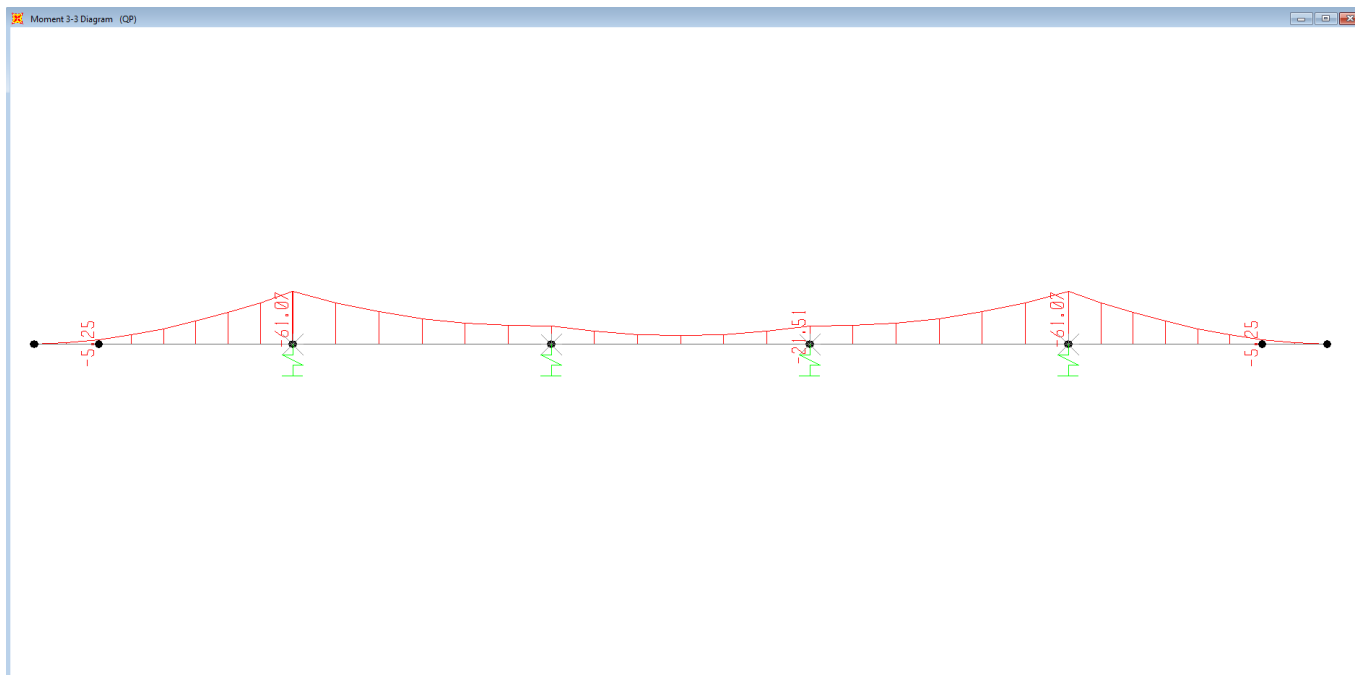


FIGURA 10-18. VINCOLI ELASTICI – MOMENTO FLETTENTE QP

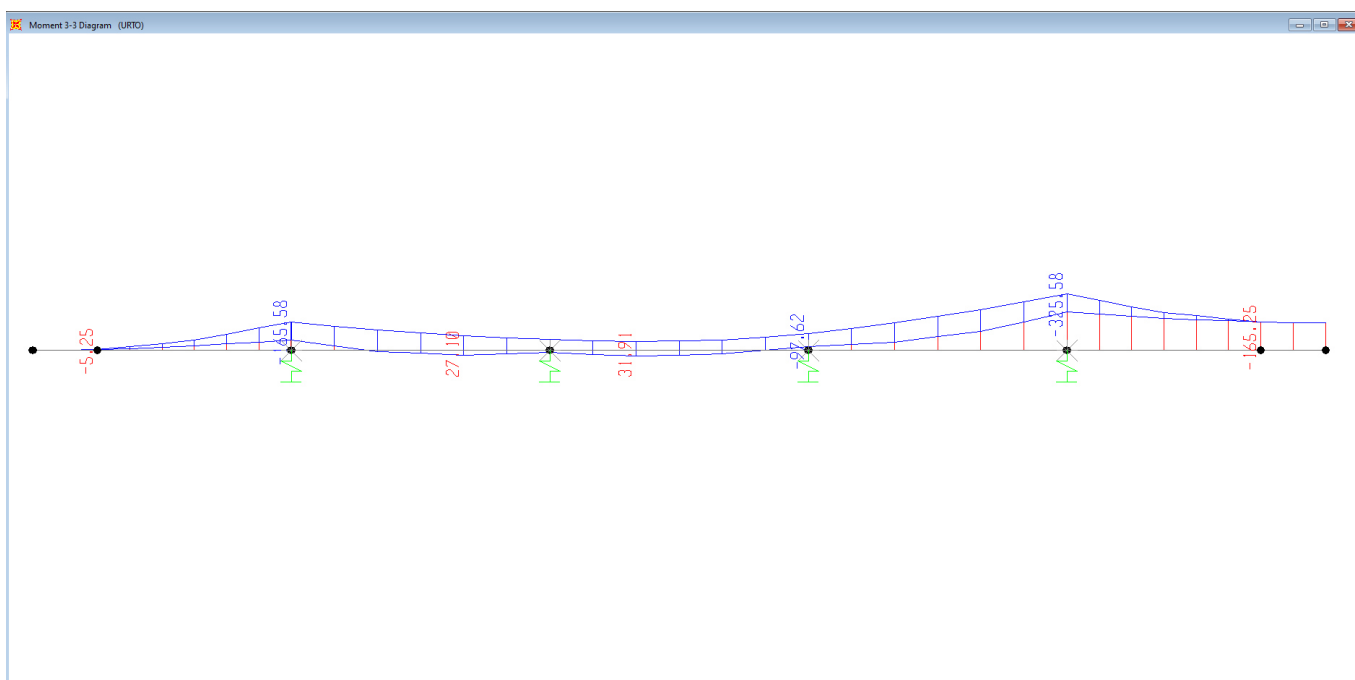


FIGURA 10-19. MOMENTO FLETTENTE URTO

Si riporta una sintesi dei valori massimi e minimi delle sollecitazioni trasversali. Si evidenzia che i valori di picco delle sollecitazioni flettenti all'appoggio sono state "smussate" (riduzione di un 10%) per tenere conto della dimensione finita dell'appoggio e che i valori del taglio sono stati valutati a partire da una distanza pari a  $d \cong 25$  cm da asse appoggio.

**Sezione di appoggio SLU:**

$$M_{Ed} \cong -490 \text{ kNm/m}$$

$$V_{Ed} \cong 370 \text{ kN/m}$$

**Sezione in campata SLU:**

$$M_{Ed} \cong 190 \text{ kNm/m}$$

**Sezione di appoggio SLE:**

$$M_{RA} \cong -365 \text{ kNm/m}$$

$$M_{FRQ} \cong -290 \text{ kNm/m}$$

$$M_{QP} \cong -55 \text{ kNm/m}$$

**Sezione in campata SLE:**

$$M_{RA} \cong 140 \text{ kNm/m}$$

$$M_{FRQ} \cong 100 \text{ kNm/m}$$

$$M_{QP} \cong 15 \text{ kNm/m}$$

**Sbalzo combinazione eccezionale:**

$$M_{Ed} \cong -325 \text{ kNm/m}$$

Di seguito si riportano le verifiche strutturali condotte per le sezioni in esame. Si prevede un'armatura trasversale superiore  $\phi 30/10$  (sezione in appoggio); inferiormente si prevede  $1\phi 20/10$ . Cautelativamente non si considera l'armatura del traliccio di prima fase.

### 10.2.2 VERIFICHE DI RESISTENZA A FLESSIONE SEZIONE IN APOGGIO – SLU

#### Materiali – Resistenze e deformazioni unitarie di progetto

|                     |  |   |                                       |
|---------------------|--|---|---------------------------------------|
| Calcestruzzo C35/45 | $\Rightarrow f_{cd} = f_{cm}/\gamma_c \cong 21.2 \text{ MPa}$  | $\epsilon_{c2} = 0.20\%$                | $\epsilon_{cu} = 0.35\%$ .            |
| Acciaio             | $\Rightarrow f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s \cong 391.3 \text{ MPa}$ | $E_s \cong 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$ | $\epsilon_{su} = \text{indefinita}$ . |

#### Carpenteria

BxH  $\cong 100\text{cm} \times 30\text{cm}$ ;  
 d  $\cong 24.5\text{cm}$

#### Armatura

$A_{s-sup} = 1\phi 30/10$  armatura superiore;  
 $A_{s-inf} = 1\phi 20/10$  armatura inferiore;

Il momento resistente minimo (calcolato con il software *PresFLE+*) è pari a:

$$M_{Rd} \cong 550 \text{ kNm/m}$$

La verifica risulta soddisfatta con  $FS \cong 1.12$

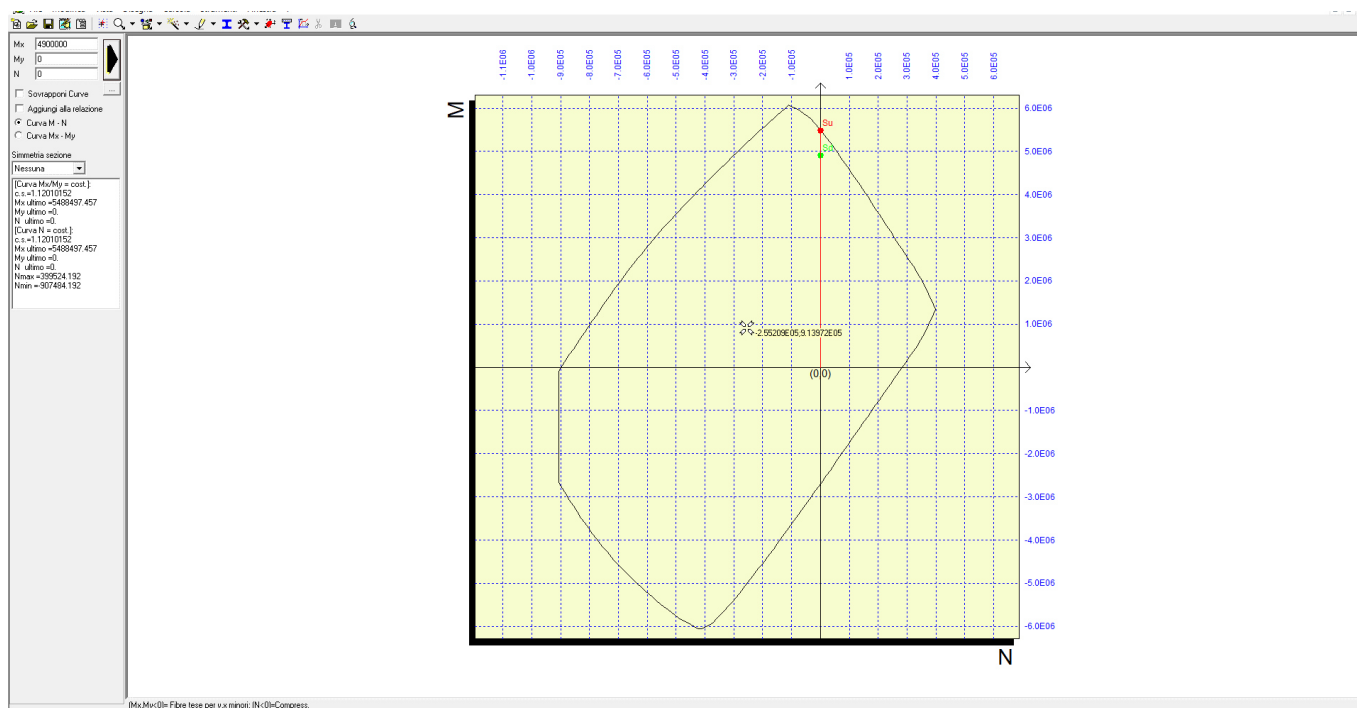


FIGURA 10-20 – DOMINIO DI RESISTENZA



### 10.2.3 VERIFICHE DI RESISTENZA A FLESSIONE SEZIONE IN CAMPATA – SLU

#### Materiali – Resistenze e deformazioni unitarie di progetto

|                     |  |   |  |
|---------------------|--|---|--|
| Calcestruzzo C35/45 | $\Rightarrow f_{cd} = f_{cm}/\gamma_c \cong 21.2 \text{ MPa}$  | $\varepsilon_{c2} = 0.20\%$             | $\varepsilon_{cu} = 0.35\%$ .            |
| Acciaio             | $\Rightarrow f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s \cong 391.3 \text{ MPa}$ | $E_s \cong 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$ | $\varepsilon_{su} = \text{indefinita}$ . |

#### Carpenteria

$B \times H \cong 100 \text{ cm} \times 30 \text{ cm};$   
 $d \cong 21.8 \text{ cm}$

#### Armatura

$A_{s-sup} = 1\phi 20/20$  armatura superiore;  
 $A_{s-inf} = 1\phi 20/10$  armatura inferiore;

Il momento resistente minimo (calcolato con il software *PresFLE+*) è pari a:

$$M_{Rd} \cong 260 \text{ kNm/m}$$

La verifica risulta soddisfatta con  $FS \cong 1.38$

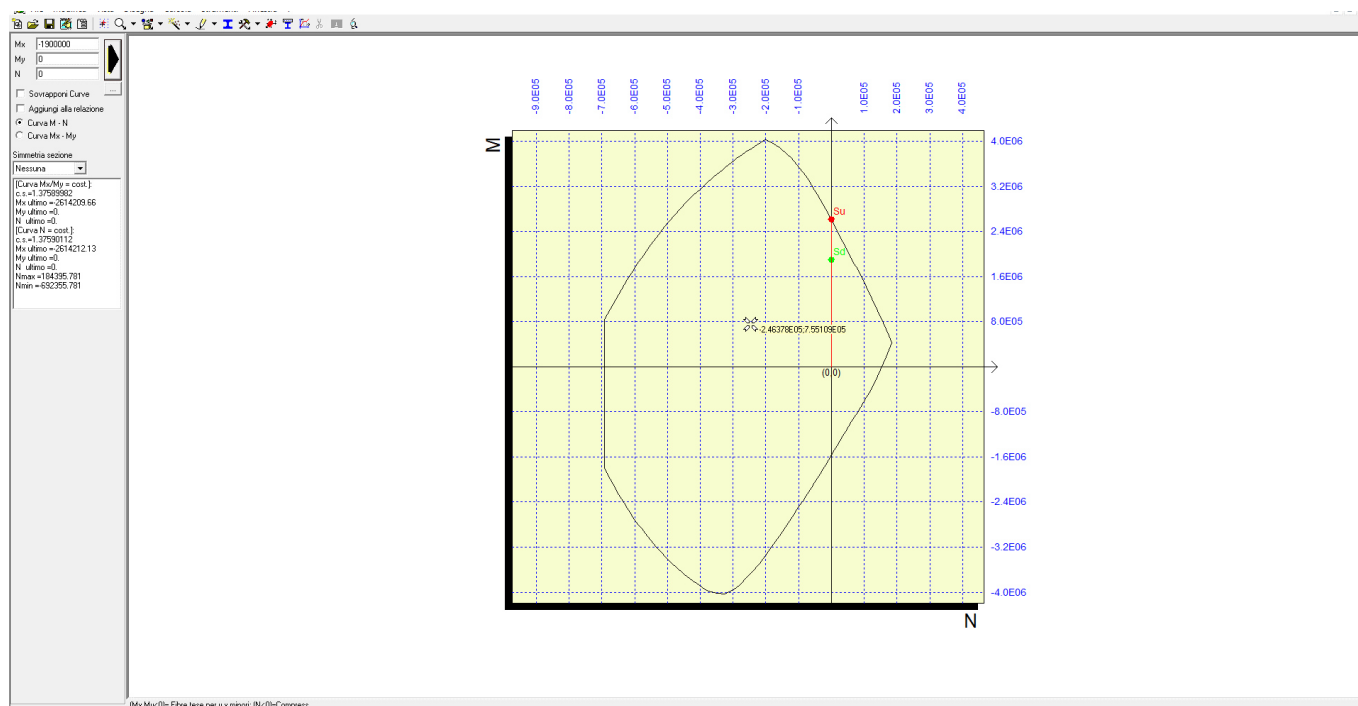


FIGURA 10-21 – DOMINIO DI RESISTENZA

### 10.2.4 VERIFICHE DI RESISTENZA A TAGLIO – SLU

La verifica viene effettuata con la formulazione prevista in normativa con riferimento ad elementi provvisti di armature a taglio considerando la presenza delle serpentine che costituiscono il traliccio delle lastre prefabbricate:  $2\phi 10/60 \times 20$

Considerando un'inclinazione longitudinale pari a  $45^\circ$  si ottiene, assumendo un valore  $\cot\theta = 2.5$  (rottura bilanciata), si ottiene quanto riportato nelle seguenti tabelle.

| Rottura lato calcestruzzo |       |                                 | Rottura lato acciaio |        |  |
|---------------------------|-------|---------------------------------|----------------------|--------|--|
| $d$                       | 250   | [mm]                            | $f_{yk}$             | 450.0  | [MPa]  |
| $b_w$                     | 1000  | [mm]                            | $\gamma_s$           | 1.15   | [-]  |
| $\alpha$                  | 45    | [°]                             | $f_{yd}$             | 391.3  | [MPa]  |
| $\sin\alpha$              | 0.707 | [-]                             | $A_{sw}$             | 0.0    | [mm <sup>2</sup> ] <i>armatura in staffe disposta</i>  |
| $\cot\alpha$              | 1.00  | [-]                             | $s_{sw}$             | 600    | [mm] <i>passo armatura in staffe disposta</i>          |
| $R_{ck}$                  | 45.00 | [MPa]                           | $\alpha$             | 90     | [°]  |
| $f_{ck}$                  | 37.35 | [MPa]                           | $\sin\alpha$         | 1.00   | [-]  |
| $\gamma_c$                | 1.50  | [-]                             | $\cot\alpha$         | 0.00   | [-]  |
| $\alpha_{cc}$             | 0.85  | [-]                             | $V_{Rsd,w}$          | 0      | [kN] <i>contributo staffe verticali</i>                |
| $f_{cd}$                  | 21.17 | [MPa]                           | $A_{sp}$             | 1130.0 | [mm <sup>2</sup> ] <i>armatura in piegati disposta</i> |
| $v$                       | 0.5   | [-]                             | $s_{sp}$             | 600    | [mm] <i>passo armatura in piegati disposta</i>         |
| $\alpha_c$                | 1.00  | [-]                             | $\alpha$             | 45     | [°]  |
| $V_{Ed}$                  | 370   | [kN] <i>taglio sollecitante</i> | $\sin\alpha$         | 0.707  | [-]  |
| $V_{Rcd}$                 | 1149  | [kN] <i>taglio resistente</i>   | $\cot\alpha$         | 1.00   | [-]  |
| <i>c.s.</i>               | 0.32  | [-] <i>sfruttamento</i>         | $V_{Rsd,p}$          | 410    | [kN] <i>contributo ferri piegati</i>                   |
|                           |       |                                 | $V_{Rsd}$            | 410    | [kN] <i>taglio resistente totale</i>                   |
|                           |       |                                 | $V_{Ed}$             | 370    | [kN] <i>taglio sollecitante</i>                        |
|                           |       |                                 | <i>c.s.</i>          | 0.90   | [-] <i>sfruttamento</i>                                |

La verifica a taglio risulta soddisfatta con  $FS \cong 1.11$

### 10.2.5 VERIFICHE DI DURABILITÀ SLE – SEZIONE DI APPOGGIO

Si riportano di seguito le verifiche di durabilità ovvero:

- verifiche dello stato tensionale (combinazione SLE-Rara);
- verifiche a fessurazione (combinazioni SLE-Frequente e SLE-Quasi permanente).

Le tensioni massime/minime nei materiali per le combinazioni caratteristica e quasi permanente risultano:

- $\sigma_{c,RA} \cong 21 \text{ MPa}$  - massima tensione di compressione nel cls rara - Verifica soddisfatta;
- $\sigma_{c,QP} \cong 3.2 \text{ MPa}$  - massima tensione di compressione nel cls quasi permanente - Verifica soddisfatta;
- $\sigma_{s,RA} \cong 270 \text{ MPa}$  - massima tensione di trazione nell'acciaio rara - Verifica soddisfatta.

Si riporta la verifica con il metodo diretto per le combinazioni frequente e quasi permanente.

|                              |               |                         |                    |                |        |                    |                |        |
|------------------------------|---------------|-------------------------|--------------------|----------------|--------|--------------------|----------------|--------|
| $h = 30 \text{ cm}$          | $k_1 = 0.8$   | -                       | <b>FRQ</b>         |                |        | <b>QP</b>          |                |        |
| $d = 24 \text{ cm}$          | $k_2 = 0.5$   | -                       | $A_{c,eff}$        | <b>568</b>     | $cm^2$ | $A_{c,eff}$        | <b>568</b>     | $cm^2$ |
| $E_{cm} = 34625 \text{ MPa}$ | $k_3 = 3.4$   | -                       | $\rho_{eff}$       | <b>0.12452</b> | -      | $\rho_{eff}$       | <b>0.12452</b> | -      |
| $E_s = 210000 \text{ MPa}$   | $k_4 = 0.425$ | -                       | $\sigma_s$         | <b>214</b>     | $MPa$  | $\sigma_s$         | <b>41</b>      | $MPa$  |
| $\alpha_e = 6.06$            | -             | $c = 45 \text{ mm}$     | $\varepsilon_{sm}$ | 0.00088        | -      | $\varepsilon_{sm}$ | 0.00012        | -      |
| $k_t = 0.6$                  | -             | $\phi = 30 \text{ mm}$  | $\Delta_{smax}$    | <b>114</b>     | $mm$   | $\Delta_{smax}$    | <b>114</b>     | $mm$   |
|                              |               | $\rho = 100 \text{ mm}$ | $w_k$              | <b>0.17</b>    | $mm$   | $w_k$              | <b>0.02</b>    | $mm$   |
|                              |               |                         | $w_1$              | <b>0.20</b>    | $mm$   | $w_1$              | <b>0.20</b>    | $mm$   |

La verifica risulta soddisfatta.

### 10.2.6 VERIFICHE DI DURABILITÀ SLE – SEZIONE IN CAMPATA

Si riportano di seguito le verifiche di durabilità ovvero:

- verifiche dello stato tensionale (combinazione SLE-Rara);
- verifiche a fessurazione (combinazioni SLE-Frequente e SLE-Quasi permanente).

Le tensioni massime/minime nei materiali per le combinazioni caratteristica e quasi permanente risultano:

- $\sigma_{c, RA} \cong 12.9 \text{ MPa}$  – massima tensione di compressione nel cls rara – Verifica soddisfatta;
- $\sigma_{c, QP} \cong 0.9 \text{ MPa}$  – massima tensione di compressione nel cls quasi permanente – Verifica soddisfatta;
- $\sigma_{s, RA} \cong 242 \text{ MPa}$  – massima tensione di trazione nell'acciaio rara – Verifica soddisfatta.

Si riporta la verifica con il metodo diretto per le combinazioni frequente e quasi permanente.

$h = 30 \text{ cm}$      $k_1 = 0.8$  -  
 $d = 22 \text{ cm}$      $k_2 = 0.5$  -  
 $E_{cm} = 34625 \text{ MPa}$      $k_3 = 3.4$  -  
 $E_s = 210000 \text{ MPa}$      $k_4 = 0.425$  -  
 $\alpha_e = 6.06$  -     $c = 70 \text{ mm}$   
 $k_t = 0.6$  -     $\phi = 20 \text{ mm}$   
                                   $\rho = 100 \text{ mm}$

|                    | FRQ     |        |  | QP                 |         |        |
|--------------------|---------|--------|--|--------------------|---------|--------|
| $A_{c,eff}$        | 675     | $cm^2$ |  | $A_{c,eff}$        | 675     | $cm^2$ |
| $\rho_{eff}$       | 0.04657 | -      |  | $\rho_{eff}$       | 0.04657 | -      |
| $\sigma_s$         | 173     | MPa    |  | $\sigma_s$         | 26      | MPa    |
| $\varepsilon_{sm}$ | 0.00056 | -      |  | $\varepsilon_{sm}$ | 0.00007 | -      |
| $\Delta_{smax}$    | 183     | mm     |  | $\Delta_{smax}$    | 183     | mm     |
| $w_k$              | 0.17    | mm     |  | $w_k$              | 0.02    | mm     |
| $w_1$              | 0.20    | mm     |  | $w_1$              | 0.20    | mm     |

La verifica risulta soddisfatta.

## 11 DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTO, VARCHI

### 11.1 DISPOSITIVI DI APPOGGIO ISOLATORI – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

Si riportano di seguito le caratteristiche degli apparecchi di appoggio di progetto (*isolatori elastomerici ad alto smorzamento HDRB*):

$k_{h,eq} = 1.51 \text{ kN/mm}$  (rigidezza orizzontale equivalente dinamica);

$k_v \cong 1403 \text{ kN/mm} > 800 \times k_h$  (rigidezza verticale);

$k_h = 3.775 \text{ kN/mm}$  (rigidezza orizzontale al 10% dello spostamento massimo);

$\xi_{eq} = 15\%$  (smorzamento viscoso equivalente);

$F_{z,d-max} \cong 6800 \text{ kN/appoggio}$  (reazione verticale massima in combinazione statica allo **SLU**);

$F_{z,d-min} \cong 200 \text{ kN/appoggio}$  (reazione verticale minima in combinazione statica allo **SLU**);

$V_{z,d-max} \cong 3600 \text{ kN/appoggio}$  (reazione verticale massima di compressione in combinazione sismica allo **SLC**);

$V_{z,d-min} \cong 250 \text{ kN/appoggio}$  (reazione verticale minima di compressione in combinazione sismica allo **SLC**);

### 11.2 DISPOSITIVI DI APPOGGIO ISOLATORI – DEFORMAZIONI ORIZZONTALI – SISMA SLC

Il periodo fondamentale della struttura isolata è pari a circa  $T_{long} \cong 2.26 \text{ s}$  (longitudinale) e  $T_{trasv} \cong 2.26 \text{ s}$  (trasversale) a cui corrisponde:

$\delta_{long} \cong 208 \text{ mm}$  (spostamento massimo longitudinale **SLC**);

$\delta_{trasv} \cong 208 \text{ mm}$  (spostamento massimo trasversale **SLC**).

Si considerano inoltre i seguenti contributi termici ( $L_{Term} \cong 252 \text{ m}$ ):

$\Delta T_{N,con} \quad 24.4 \quad ^\circ\text{C}$  Variazione termica in contrazione ( $\delta_1$ )

$\Delta T_{N,exp} \quad 30.2 \quad ^\circ\text{C}$  Variazione termica in espansione ( $\delta_2$ )

Si ottengono i seguenti spostamenti massimi allo **SLC**:

$\delta_{long} \cong 239 \text{ mm}$ ;

$\delta_{trasv} \cong 208 \text{ mm}$ .

### 11.3 DISPOSITIVI DI GIUNTO SU SPALLE

Il dimensionamento dei dispositivi di giunto (longitudinale e trasversale) viene condotto allo **SLD** per cui si ha:

$\delta_{long} \cong 83 \text{ mm} \Rightarrow$  spostamento massimo longitudinale allo **SLD**;

$\delta_{trasv} \cong 83 \text{ mm} \Rightarrow$  spostamento massimo trasversale allo **SLD**.

Considerando le azioni termiche si ottiene:

$d_{long} = \delta_{SLD} + 0.5 \times \delta_{term} \cong 115 \text{ mm}$

$d_{trasv} = \delta_{SLD} \cong 83 \text{ mm}$

### 11.4 VARCHI SU SPALLE

Il dimensionamento del varco sulle spalle viene condotto allo **SLC**. In relazione a quanto riportato nei paragrafi precedenti si ottiene:

$e_{trasv} \geq 239 \text{ mm}$  (dimensione minima varco trasversale tra spalla e impalcato).

## 12 ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DEI CODICI DI CALCOLO

In accordo col *cap. 10* della norma (**DM 2018**), si riportano le valutazioni relative ai risultati dell'analisi e ai codici di calcolo adottati.

### 12.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE DI CALCOLO

L'analisi dei modelli di calcolo è stata condotta attraverso il *software* agli elementi finiti *CSiBridgever. 15.1.1*. La sovrapposizione dei risultati dei modelli e le verifiche di resistenza, tensionale, di stabilità, fessurazione e fatica dell'impalcato in ampliamento sono state condotte per mezzo del *software Ponti EC4* sviluppato dalla società *Alhambra srl* di Terni.

### 12.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

La versione di *CSiBridge* adottata per gli scopi di questa progettazione consente di eseguire analisi di elementi finiti in campo lineare e non lineare statico e dinamico, utilizzando una modellazione a grigliato con elementi beam (monodimensionali) aventi leggi costitutive lineari e non lineari. Permette di definire i carichi da traffico in accordo con le norme, consentendo di movimentare, lungo le corsie convenzionali, le azioni concentrate e distribuite che simulano il passaggio dei veicoli, valutando per ogni sezione dell'impalcato gli effetti massimi e quelli concomitanti (in termini di sollecitazioni).

Il software permette, inoltre, un'analisi strutturale per fasi – necessaria per eseguire correttamente il progetto di questa tipologia di impalcati – cioè è in grado di analizzare ed estrarre i risultati di differenti modelli aventi in comune la geometria (posizione e dimensioni degli elementi f.e.m.), ed i vincoli.

Dopo aver esaminato le documentazioni a corredo del *software* e quelle reperibili sul sito web ([www.csiamerica.com](http://www.csiamerica.com)) si ritiene, per le particolari funzioni implementate (in particolare la possibilità di interfacciarsi col software post-processore *PontiEC4*), che il *CSiBridge* sia affidabile ed idoneo alla progettazione in oggetto per l'analisi statica del viadotto.

Per le verifiche delle sezioni in *acciaio – calcestruzzo* si adotta il programma *Ponti EC4* sviluppato da *Alhambra s.r.l.*. Il programma opera sulla base di un database di sezioni opportunamente sincronizzato con quello del sistema ad elementi finiti, ed effettua le verifiche di resistenza e di stabilità locale di membrature in acciaio ed acciaio-clt sulla base dei criteri contenuti negli *Eurocodici* di riferimento (**EN 1993, EN 1994**), e in osservanza a quanto previsto da **NTC-08**.

In particolare, la procedura opera, per ciascuna sezione, le seguenti verifiche:

- calcolo proprietà geometrico - statiche delle sezioni nelle varie fasi considerate

**SLU:**

- identificazione delle sezioni, consistente nella pre-classificazione dei singoli componenti, e nella classificazione effettiva, effettuata sulla base di ciascuna combinazione di carico.
- verifica per tensioni normali (interazione N/M):
  - sezioni cl. 1 e 2: analisi e verifica plastica di ciascuna sezione, e deduzione del rapporto di sfruttamento plastico;
  - sezioni classe 3: analisi tensionale elastica su sezione lorda, con calcolo del rapporto di sfruttamento elastico;
  - sezioni classe 4: analisi tensionale elastica su sezione efficace, con calcolo del rapporto di sfruttamento elastico;
- taglio: verifica a taglio plastico, includendo i fenomeni di shear buckling
- interazione pressoflessione - taglio (N-M-V): deduzione del rapporto di sfruttamento finale della sezione
- verifica rapporto  $V_{Ed}/V_{Rd}$  piolature (sezioni con rapporto di sfruttamento plastico a flessione  $\leq 1$ ;

- calcolo plastico piolature (sezioni con rapporto di sfruttamento plastico a flessione  $> 1$ ).

**SLE:**

- verifica elastica delle tensioni in esercizio
- verifica Web Breathing
- fessurazione soletta
- verifica elastica piolature

**SLF (fatica):**

- verifica, con il metodo dei coefficienti  $\lambda$ , per preselezionate categorie di dettaglio;
- verifica, con il metodo dei coefficienti  $\lambda$ , della connessione travi/soletta

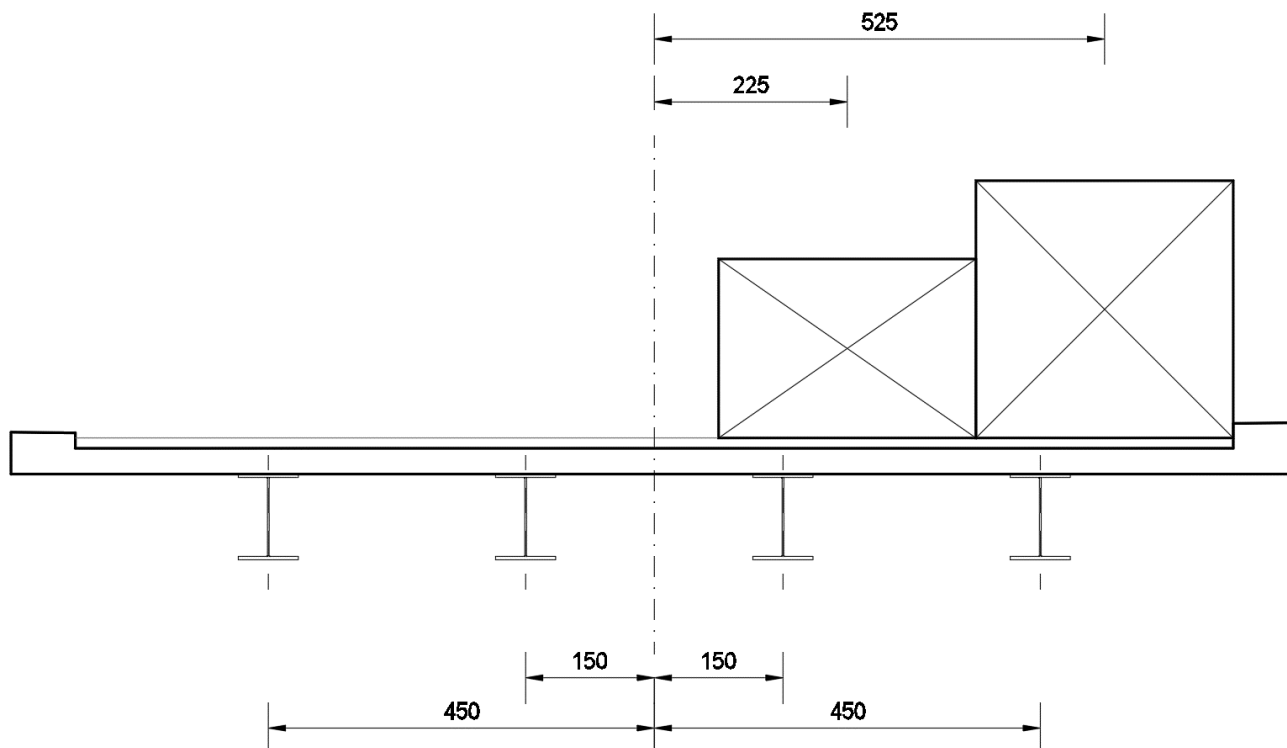
Anche per il software di verifica **Ponti EC4** valgono le stesse considerazioni e giudizio di idoneità e affidabilità espressi per il **CSI BRIDGE**.

## 12.3 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

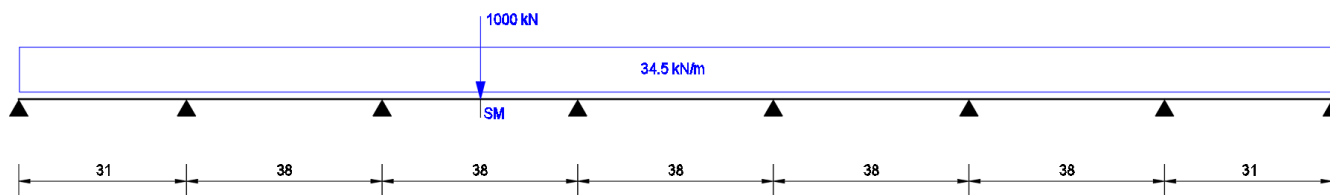
### 12.3.1 RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICO ACCIDENTALE

Si riporta la valutazione dell'ordine di grandezza della ripartizione trasversale del carico accidentale.

Si considerano le due colonne più pesanti agenti con la massima eccentricità.



Si adotta lo schema statico di trave continua su 8 appoggi trascurando la variabilità della sezione in corrispondenza degli appoggi e l'andamento curvilineo della linea d'asse del ponte.



$$M_{SM} \cong 8560 \text{ kNm}$$

Assumendo una ripartizione rigida del carico alla Courbòn si ottiene:

$$e_c \cong 4.45 \text{ m} \text{ – (eccentricità del carico);}$$

$$x_T \cong 4.5 \text{ m} \text{ – (coordinata trave esterna);}$$

$$J_T \cong 45 \text{ m}^2$$

$$n_T = 4$$

$$\xi = 1/4 \pm 4.45 \times 4.5 / 45 = 0.25 \pm 0.445$$

Il momento massimo risulta:

$$M_{max} \cong 8560 \times 0.695 \cong 5950 \text{ kNm}$$

Il momento di progetto per il concio C6 in mezzeria vale 6930 kNm.

Si ritiene tale scostamento accettabile in vista del modello di ripartizione e delle approssimazioni adottate.